



机械电子学

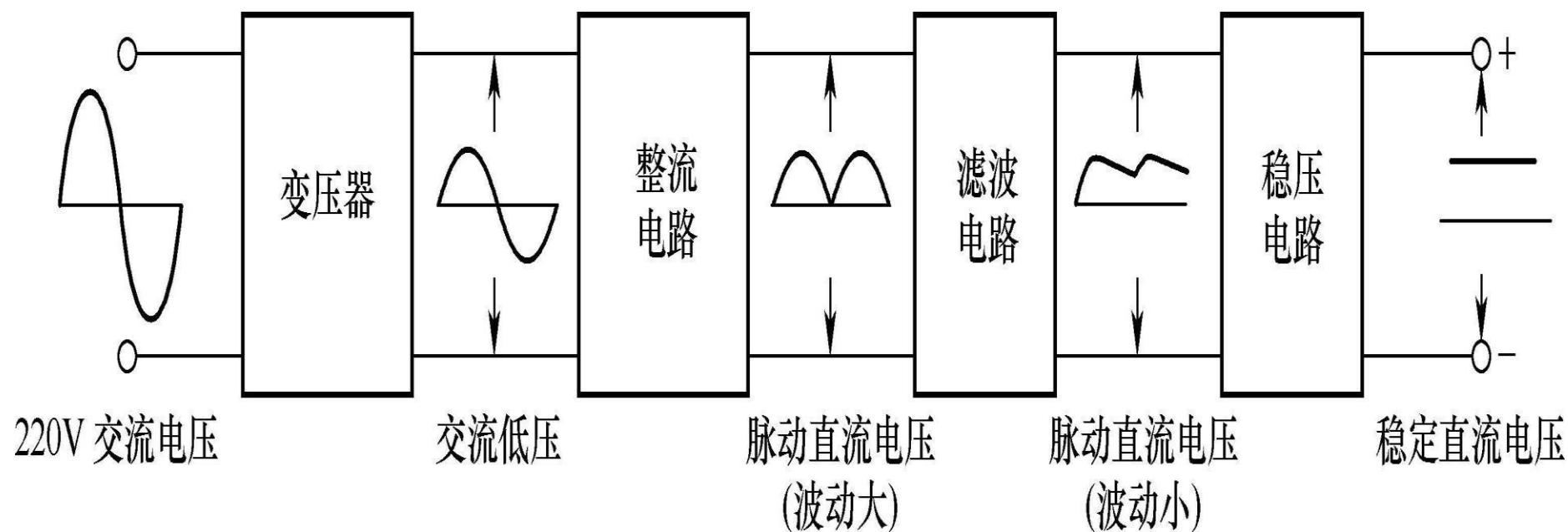
直流稳压电源

南京农业大学工学院

主要参考书：《电子工程师自学速成》提高篇
《电子工程师从入门到精通》
《开关电源维修从入门到精通》(刘建清)
《开关电源维修从入门到精通》(孙莹)

直流稳压电路

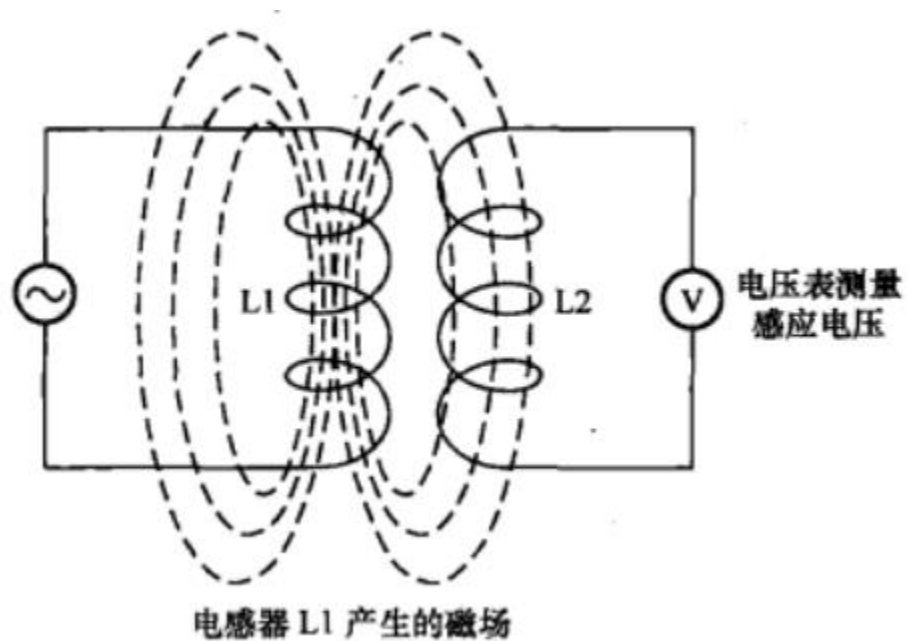
- 整流电路
- 滤波电路
- 稳压电路



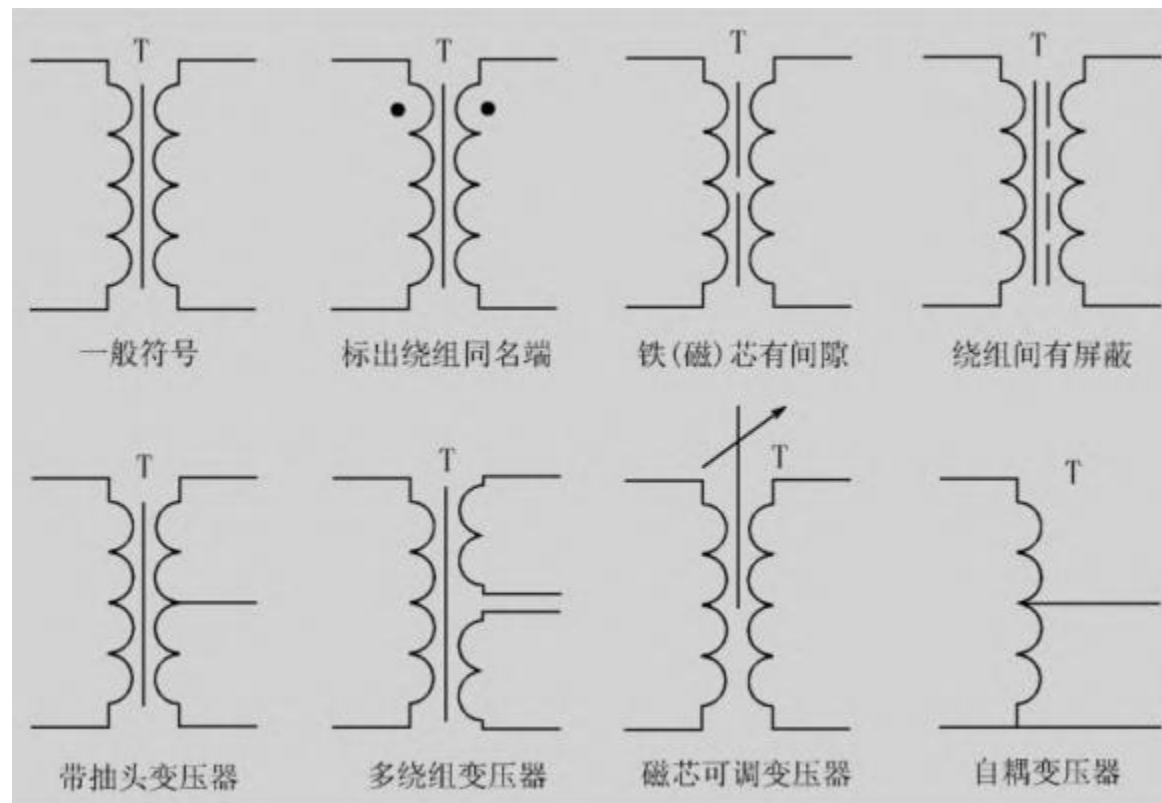
- 0 ~ 12V 可调电源的原理与检修
- 开关电源

主要元器件

- 变压器

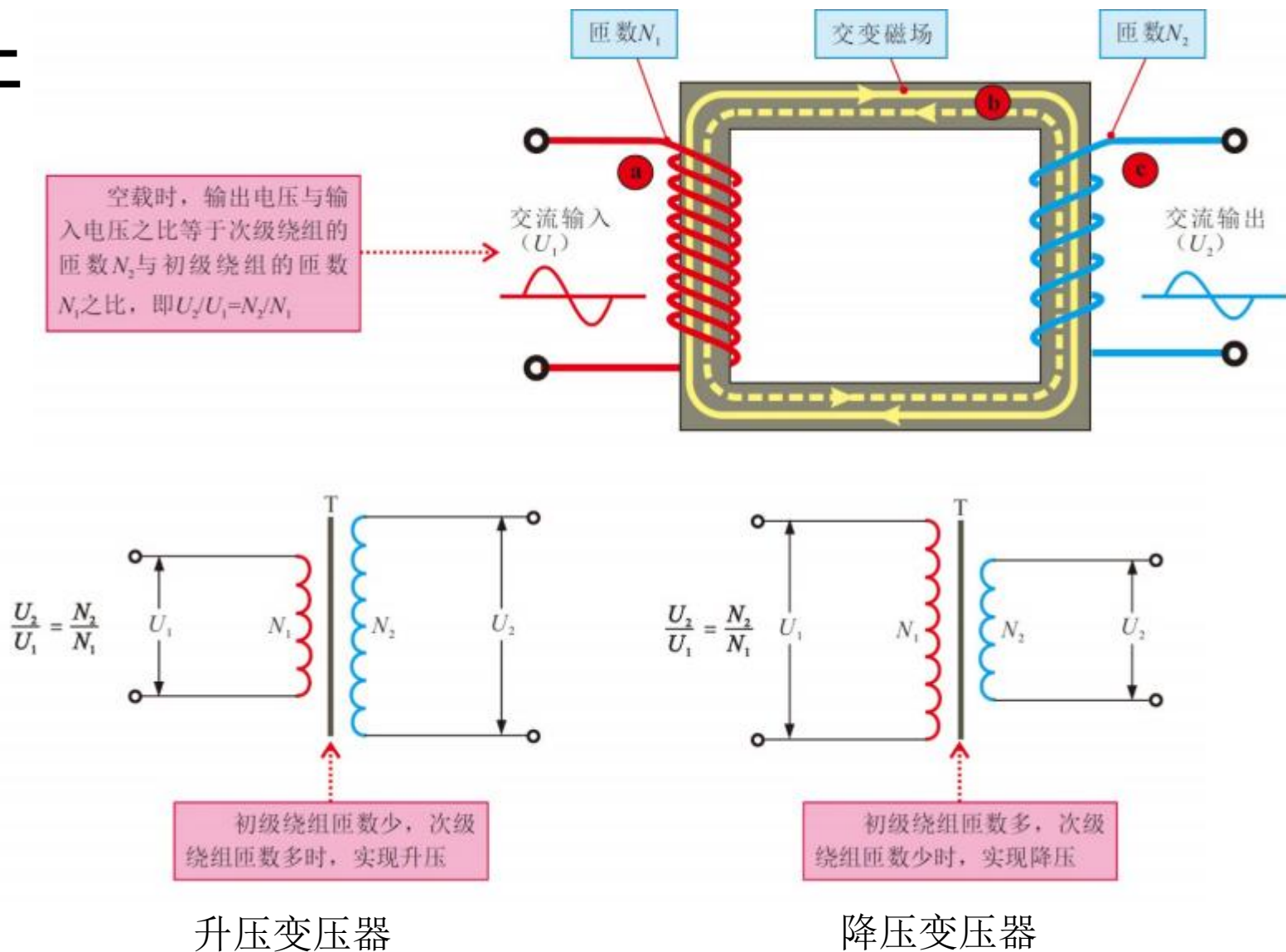


同名端



主要元器件

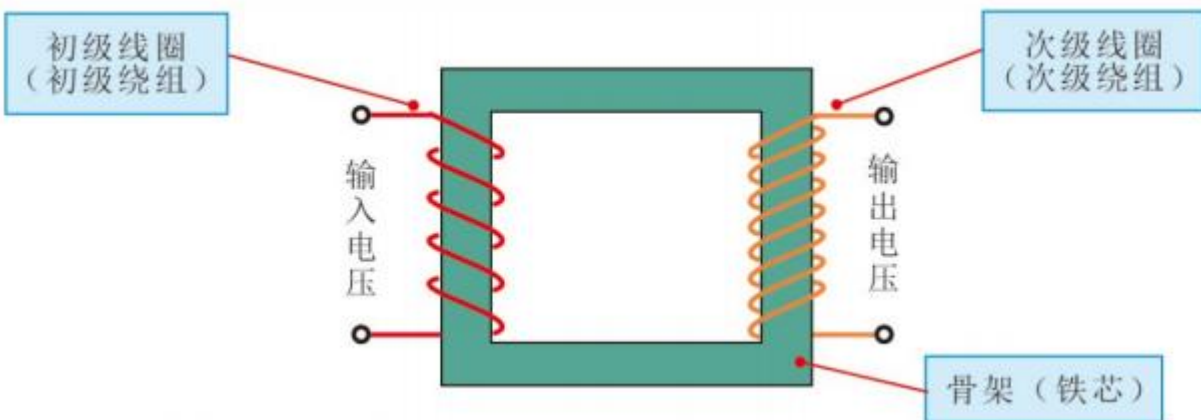
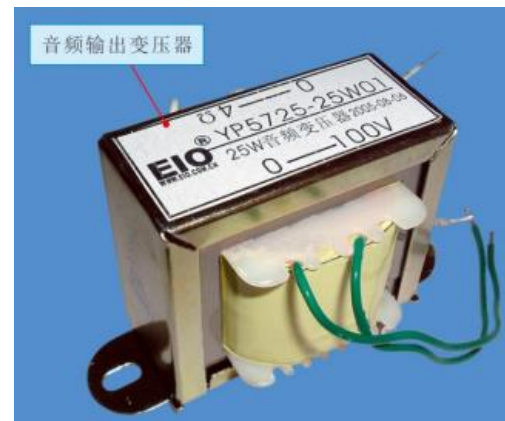
- 变压器



主要元器件

• 变压器

常见的低频变压器有电源变压器和音频变压器。



中频变压器简称中周，适用范围一般在几千赫兹至几十兆赫兹之间



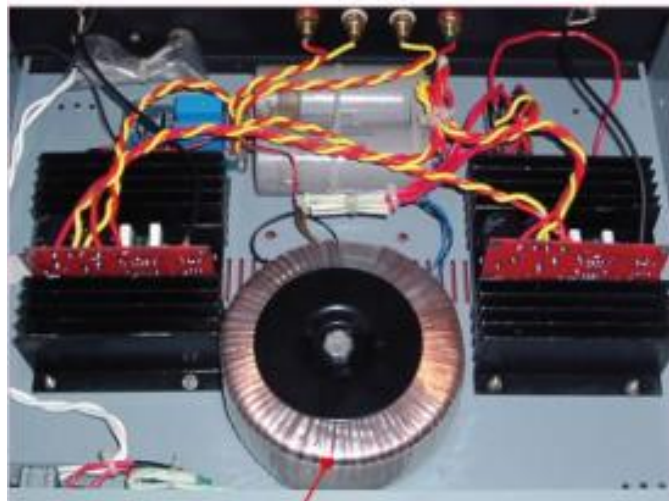
高频变压器，主要用在收音机、电视机、手机、卫星接收机中



主要元器件

电源变压器

• 变压器



环形降压变压器



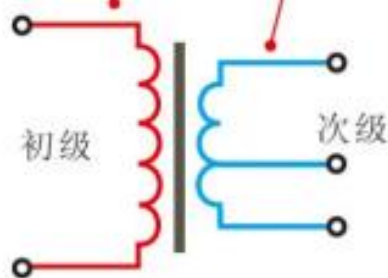
E形降压变压器



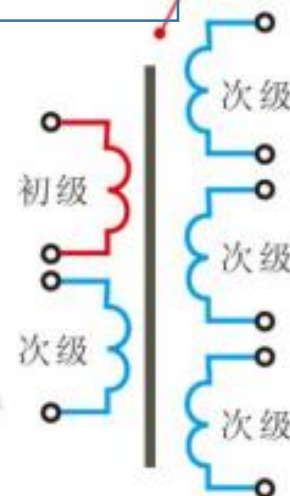
开关变压器

开关电源

电源变压器包括降压变压器和开关变压器。降压变压器又包括环形和E环形两种。降压变压器是指直接工作在交流220V/50Hz条件下，因此称为低频变压器；开关变压器是一种脉冲信号变压器，主要应用在开关电源电路中，可将高压脉冲信号变成多组低压脉冲信号。



开关变压器工作频率为1~50 kHz，相对于中、高频变压器来说较低，因此称为低频变压器。但对于一般降压变压器来说，也称为高频变压器，因此，变压器频率的高、低是相对而言的。



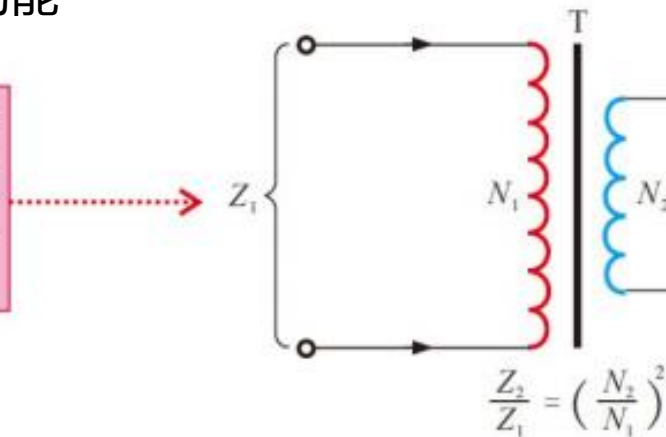
开关变压器的开关频率很高（通常在几千赫以上），也称高频变压器，是开关电源最重要的组成部分之一。开关电源工作时，开关管工作在开关状态，于是，在开关管漏极（或集电极）产生高频脉冲波，这个高频脉冲波通过开关变压器进行变压，由开关变压器的各个二次绕组进行输出，输出的脉冲电压再经整流滤波后，产生直流电压，供负载使用。

主要元器件

• 变压器

变压器的阻抗变换功能

在数值上，次级阻抗 Z_2 与初级阻抗 Z_1 之比，等于次级绕组匝数 N_2 与初级绕组匝数 N_1 之比的平方

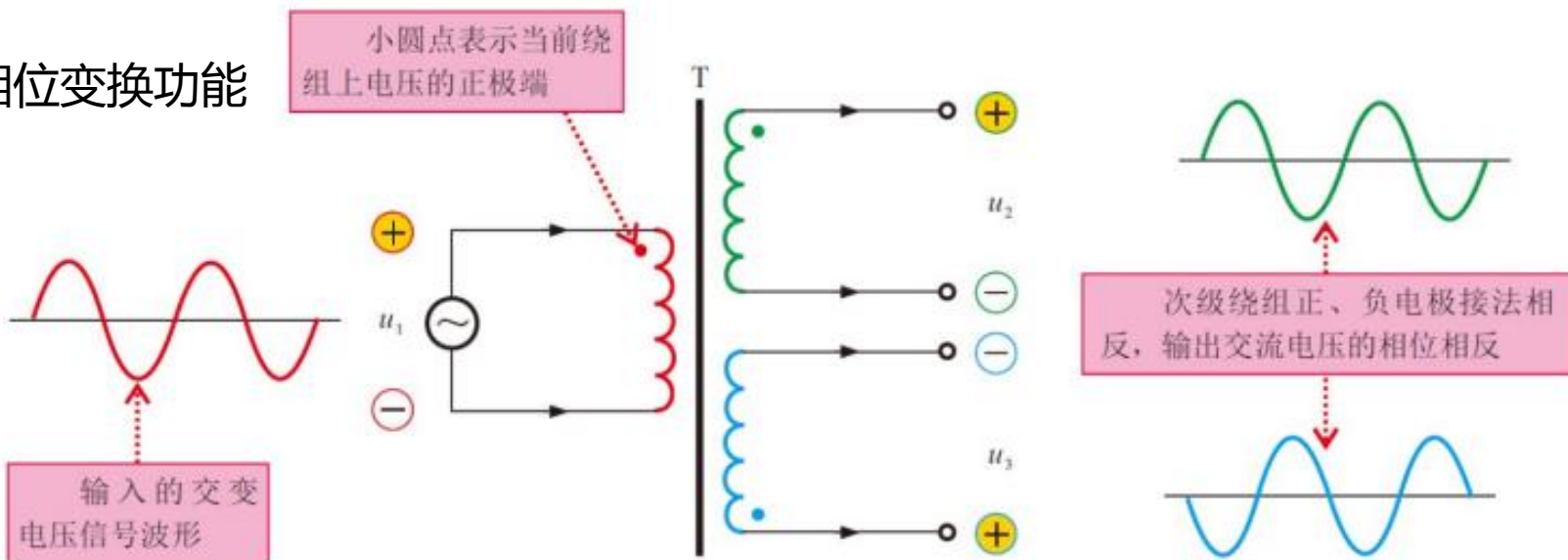


变压器将高阻抗输入，变成低阻抗输出与扬声器的阻抗匹配

扬声器
(8Ω)

变压器的相位变换功能

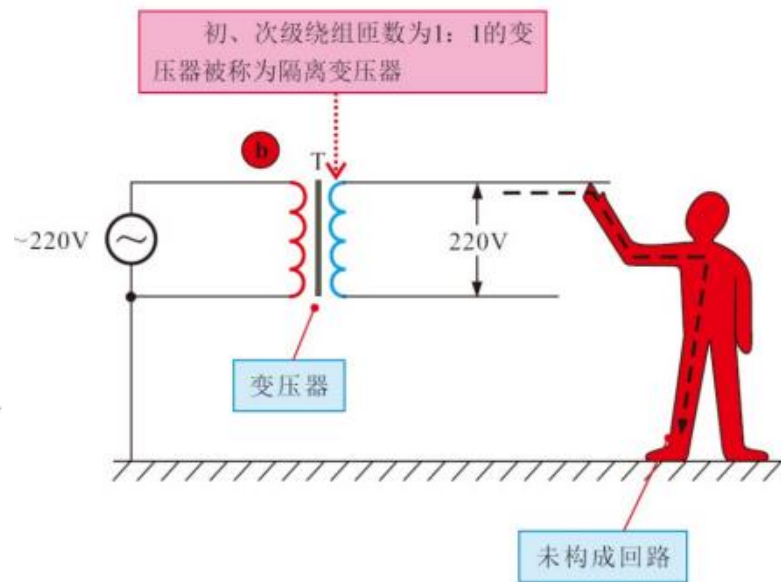
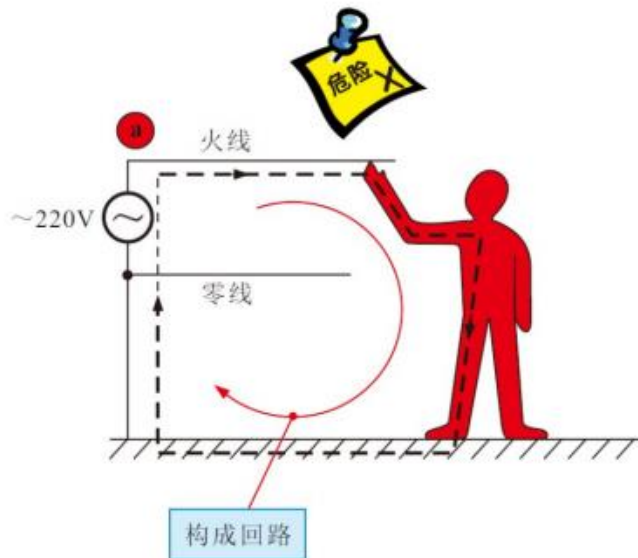
小圆点表示当前绕组上电压的正极端



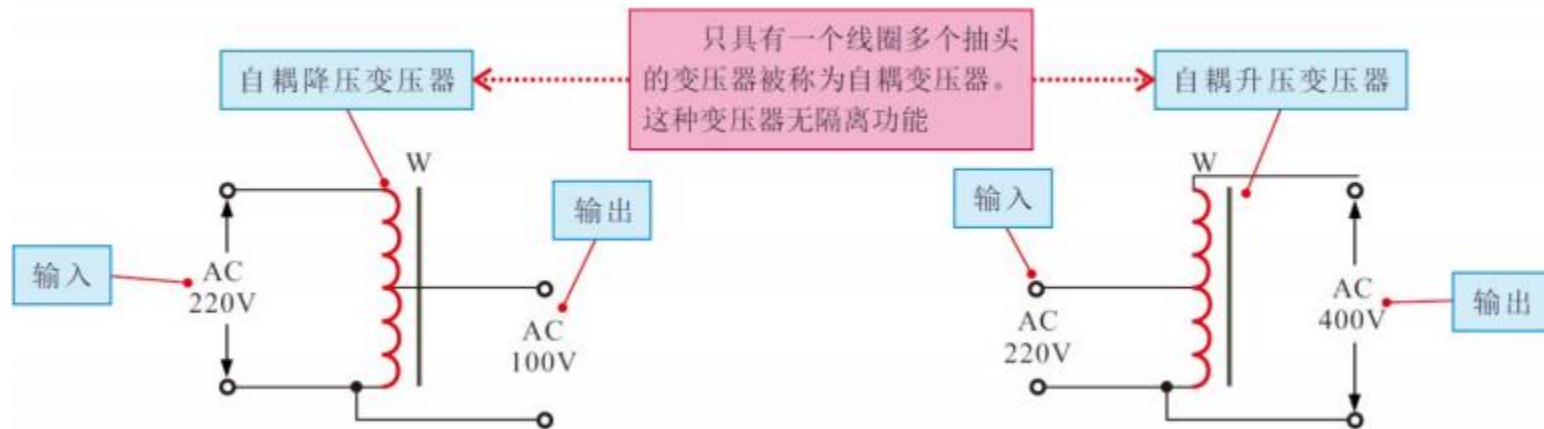
主要元器件

- 变压器

变压器的电气隔离功能



变压器的信号自耦（自耦变压器）功能



主要元器件

- 整流二极管

整流二极管是一种对电压具有整流作用的二极管，即可将交流电整流成直流电，常应用于整流电路中。整流二极管多为面结合型二极管，结面积大，结电容大，但工作频率低，多采用硅半导体材料制成。



最大整流电流

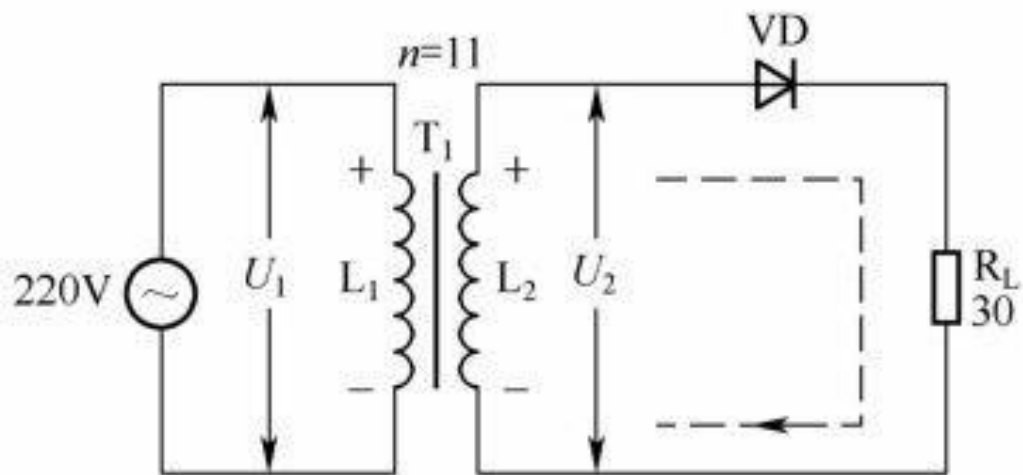


VD

最大反向电压

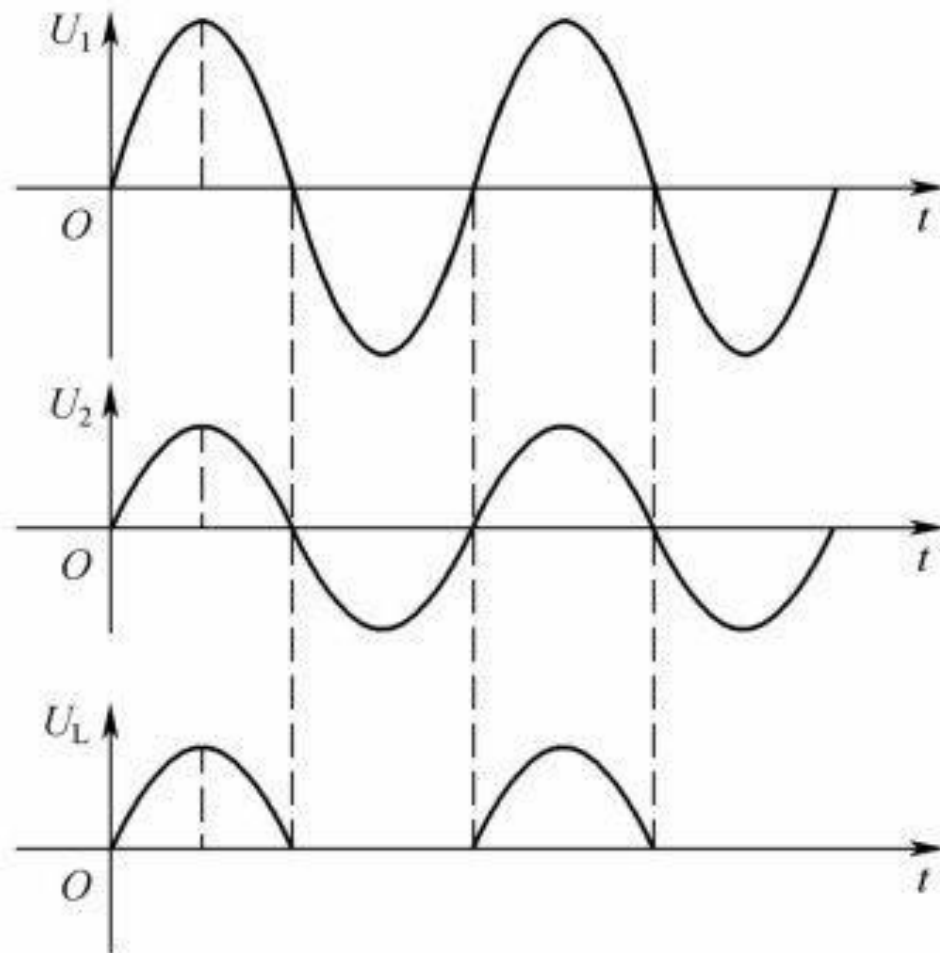
整流电路

- 半波整流



(a) 电路

U_L



(b) 电压波形

半波整流电路负载 R_L 两端的平均电压值为

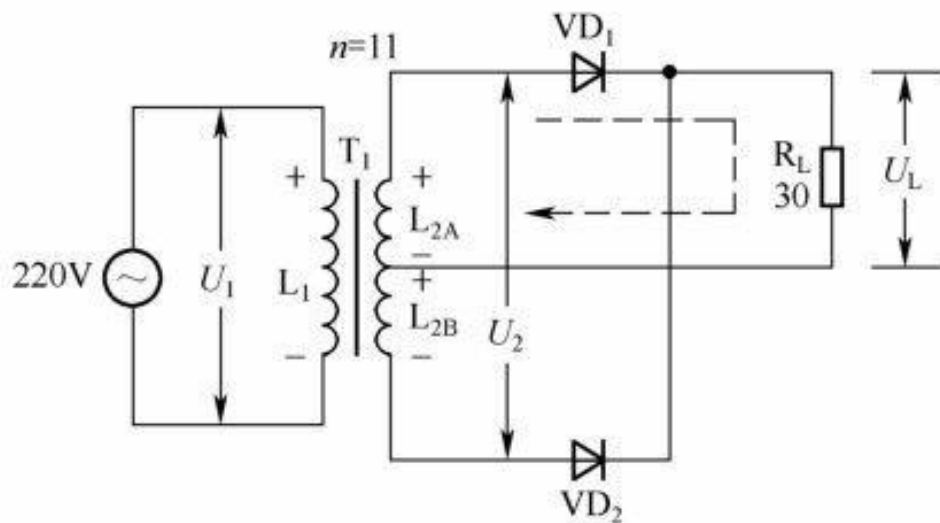
$$U_L = 0.45 U_2$$

负载 R_L 流过的电流平均值为

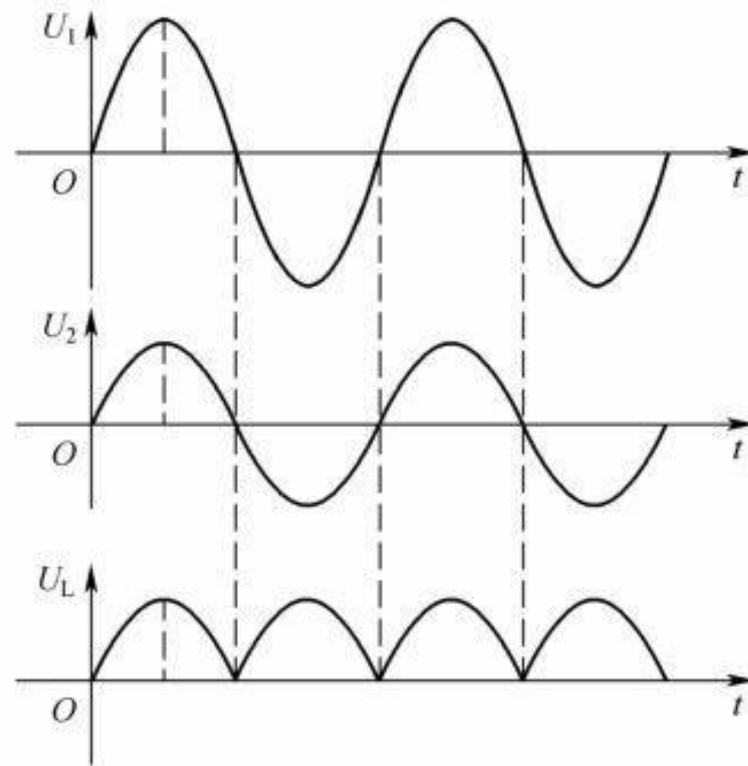
$$I_L = \frac{U_L}{R_L} = 0.45 \frac{U_2}{R_L}$$

整流电路

- 全波整流



(a) 电路



(b) 电压波形

负载 R_L 两端的平均电压值

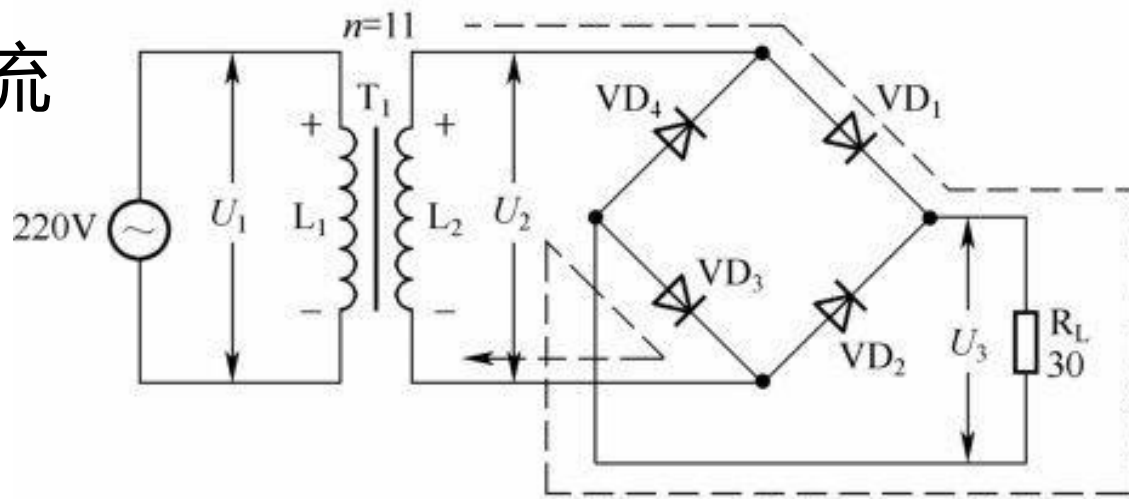
$$U_L = 0.9 U_{2A}$$

负载 R_L 流过的电流平均值为

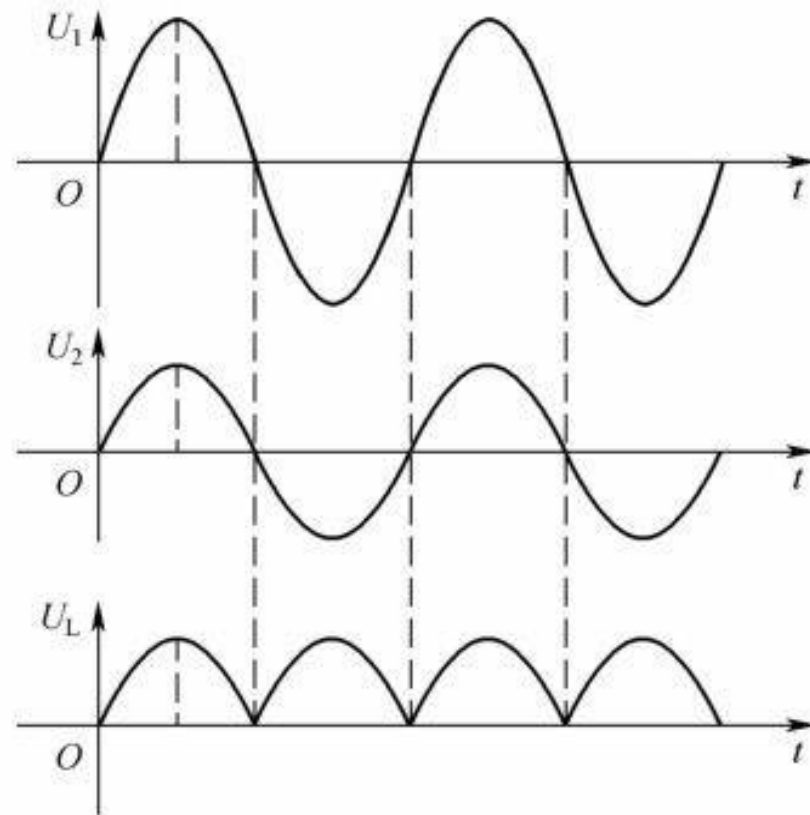
$$I_L = \frac{U_L}{R_L} = 0.45 \frac{U_2}{R_L}$$

整流电路

- 桥式整流



(a) 电路



(b) 电压波形

负载 R_L 两端的平均电压值

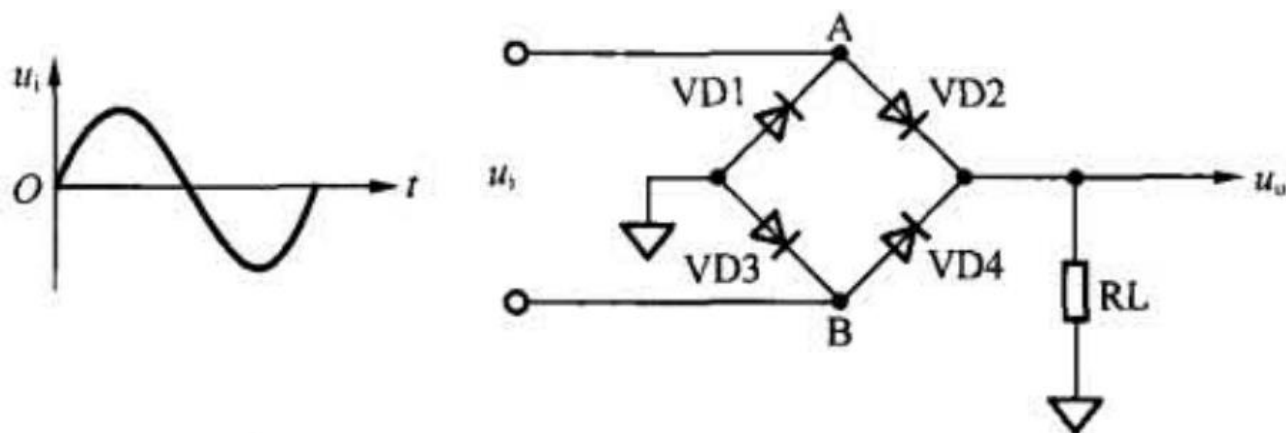
$$U_L = 0.9 U_2$$

负载 R_L 流过的电流平均值为

$$I_L = \frac{U_L}{R_L} = 0.9 \frac{U_2}{R_L}$$

整流电路

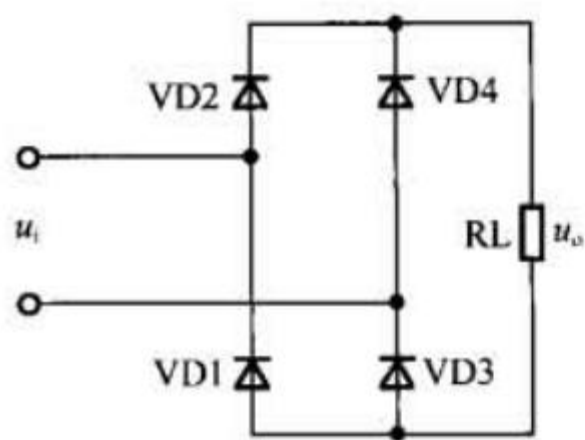
- 桥式整流



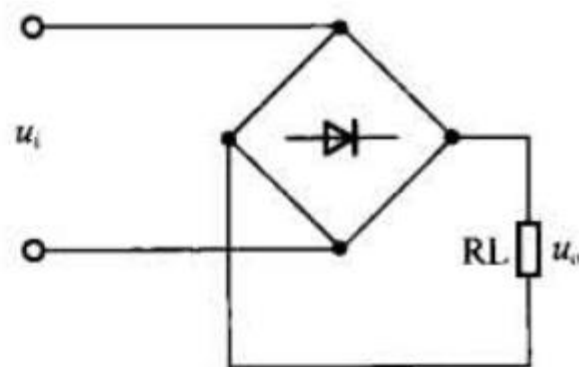
(a) 输入电压

(b) 整流电路

(c) 整流输出电压



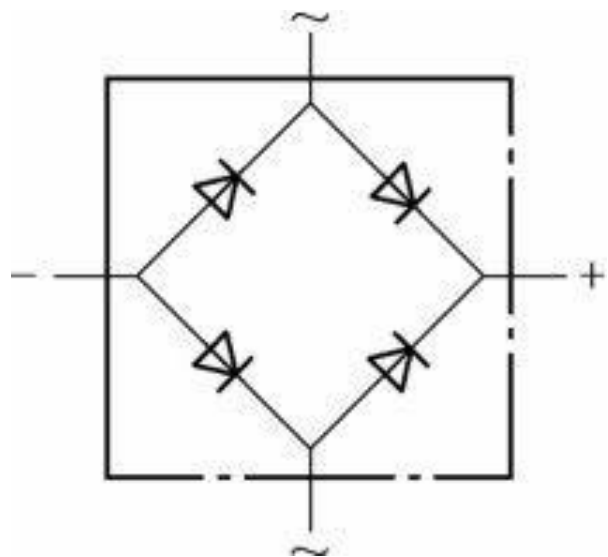
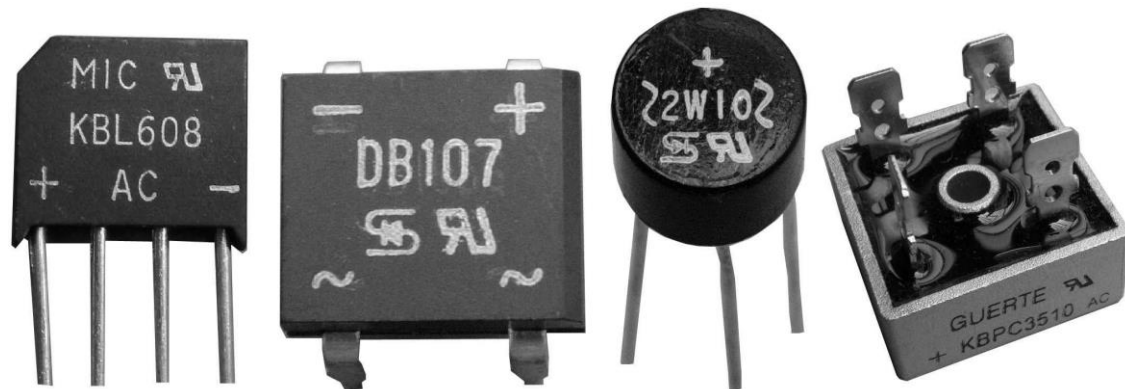
(a) 常用画法



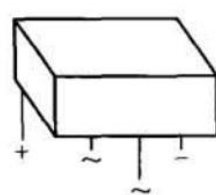
(b) 简化画法

整流电路

- 整流桥堆



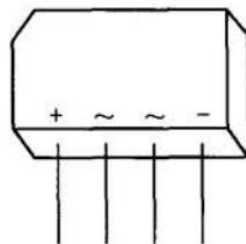
整流桥堆有4个引脚，标有“~”的两个引脚为交流电压输入端，标有“+”和“-”的两个引脚分别为直流电压“+”和“-”输出端。



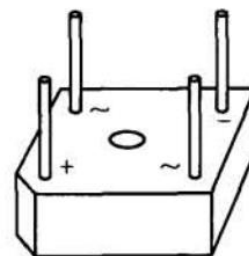
(a) 长方体全桥组件引脚标注法



(b) 圆柱体全桥组件引脚标注法



(c) 扁形全桥组件引脚标注法

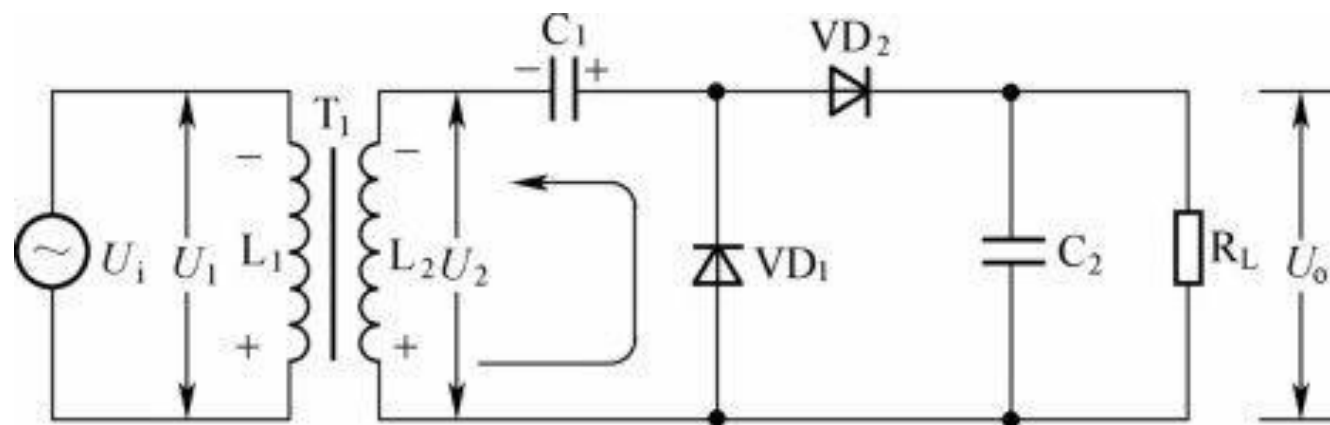


(d) 缺角方形全桥组件引脚标注法

整流电路

- 倍压整流

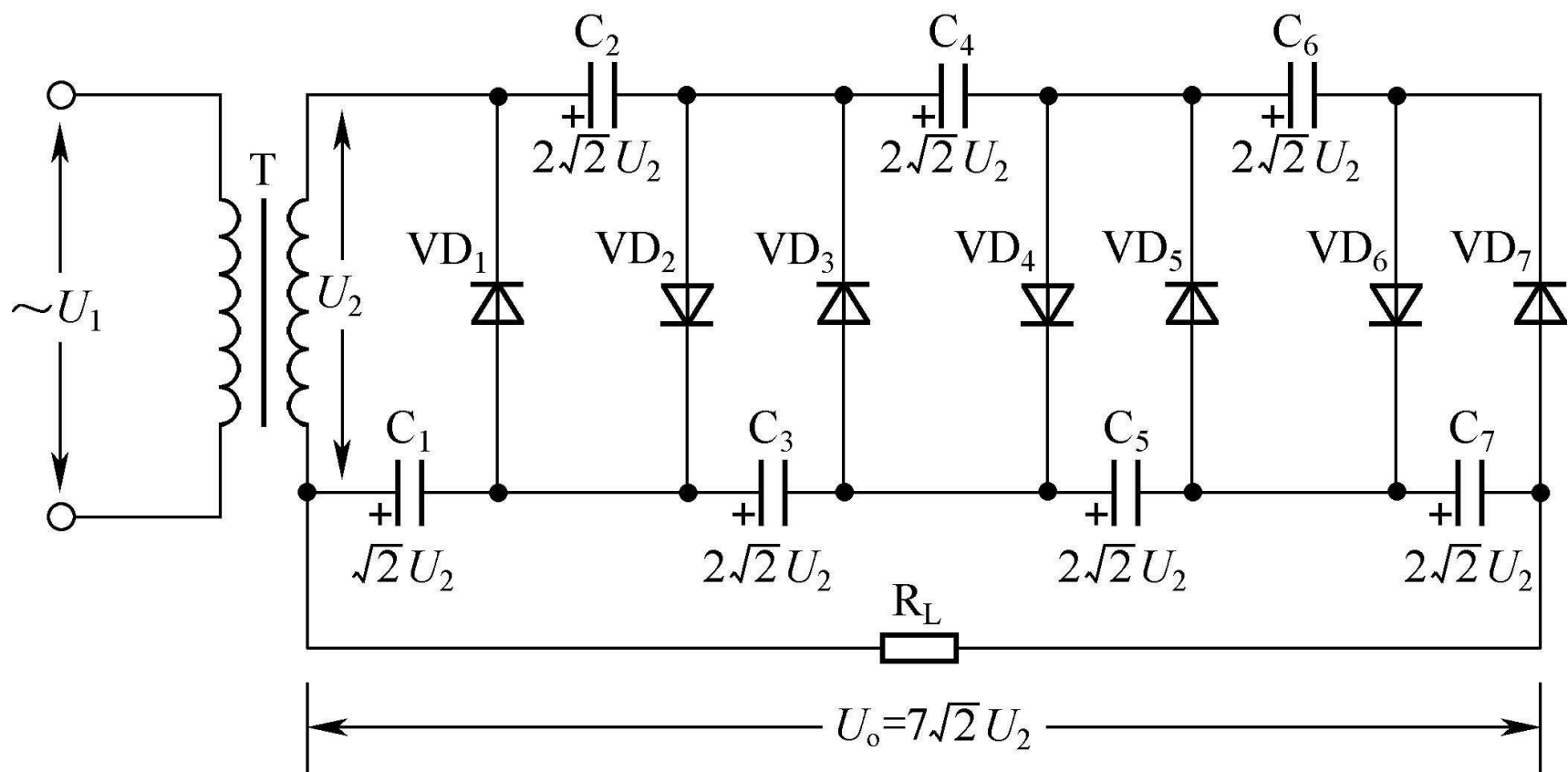
二倍压整流电路



整流电路

- 倍压整流

七倍压整流电路

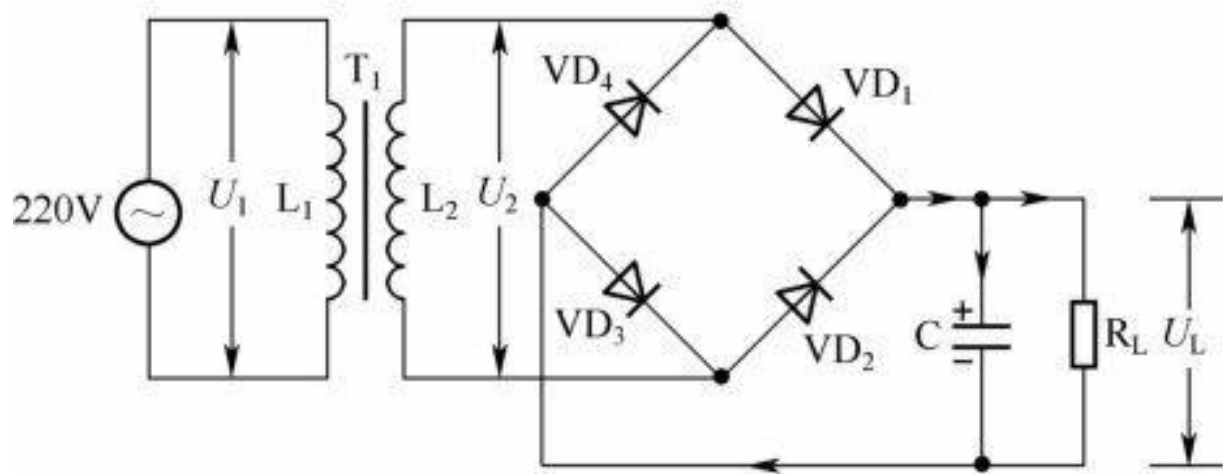


滤波电路

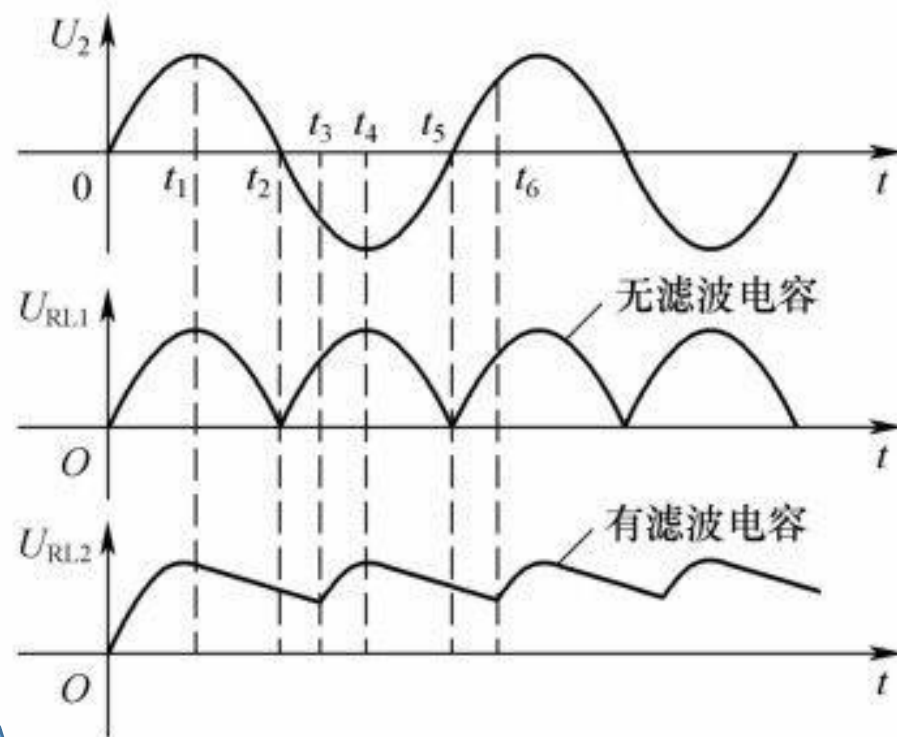
- 电容滤波
- 电感滤波
- 复合滤波
- 电子滤波

滤波电路

- 电容滤波



(a) 电路

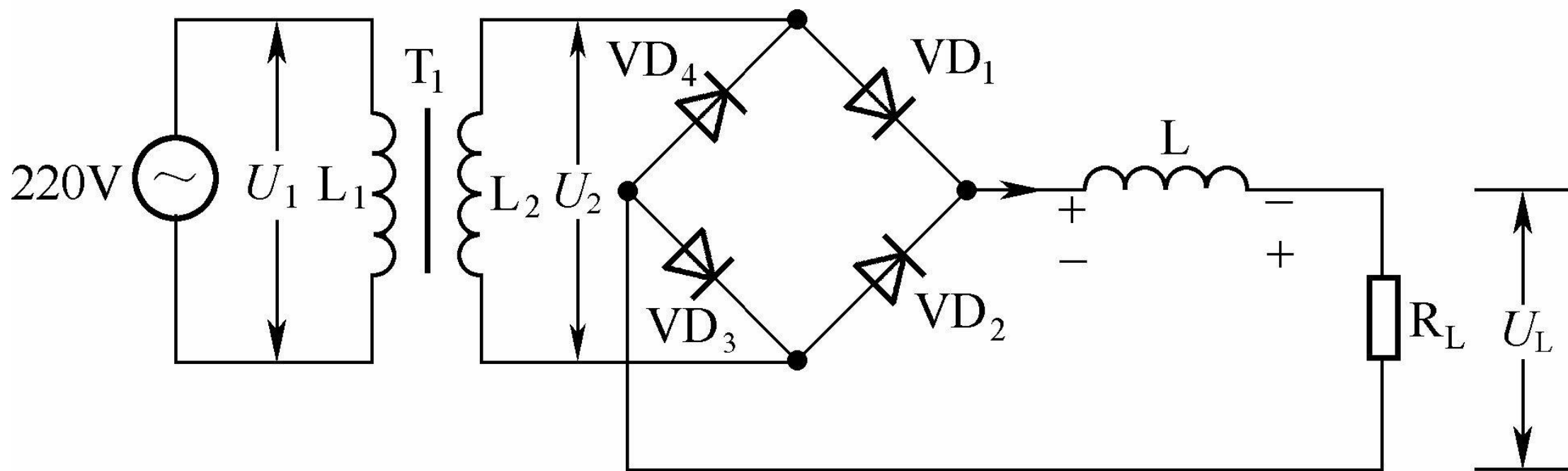


(b) 电压波形



滤波电路

- 电感滤波

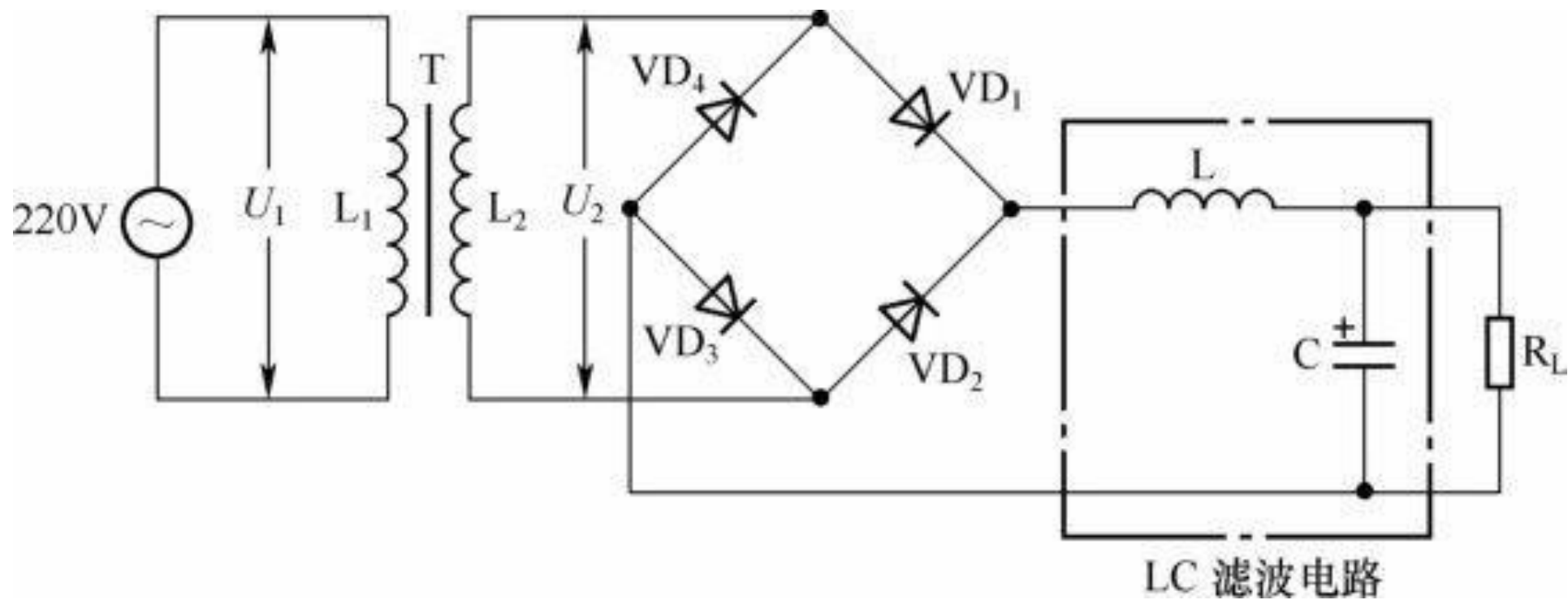


滤波电路

- 复合滤波：
 - LC滤波电路
 - LC- π 形滤波电路
 - RC- π 形滤波电路

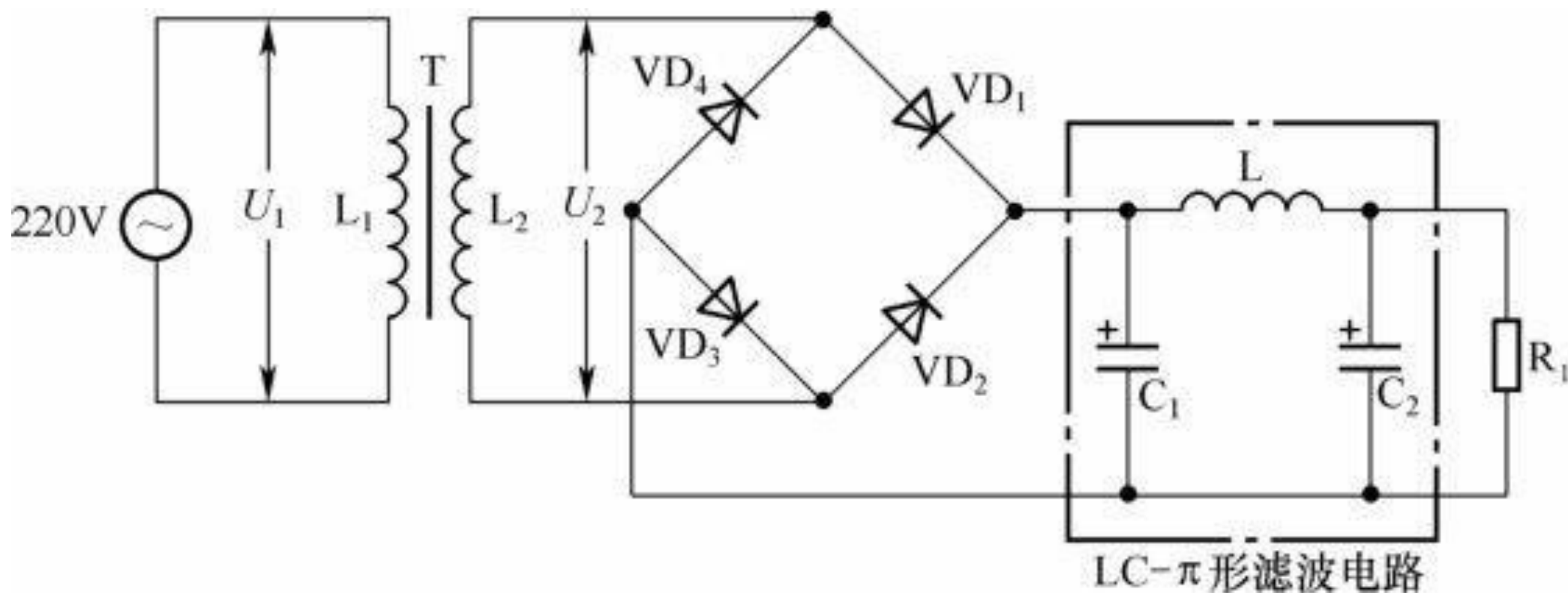
滤波电路

- 复合滤波：LC滤波电路



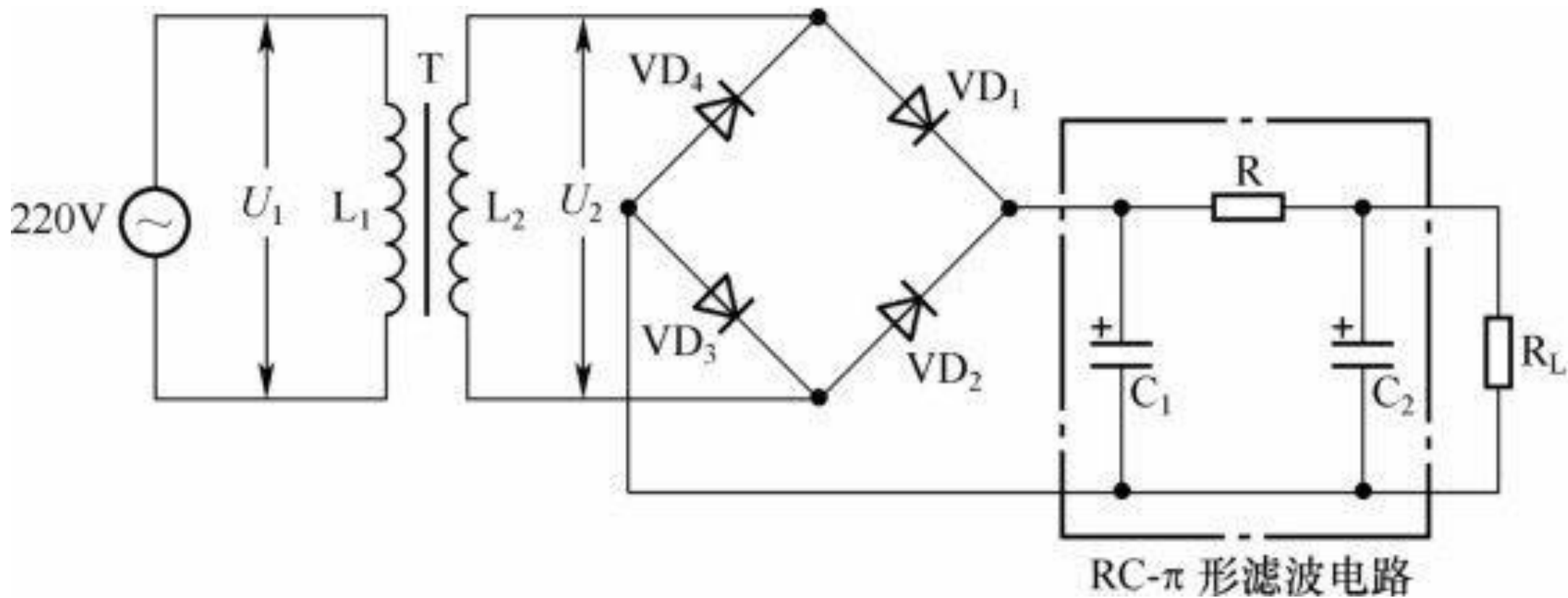
滤波电路

- 复合滤波：LC- π 形滤波电路



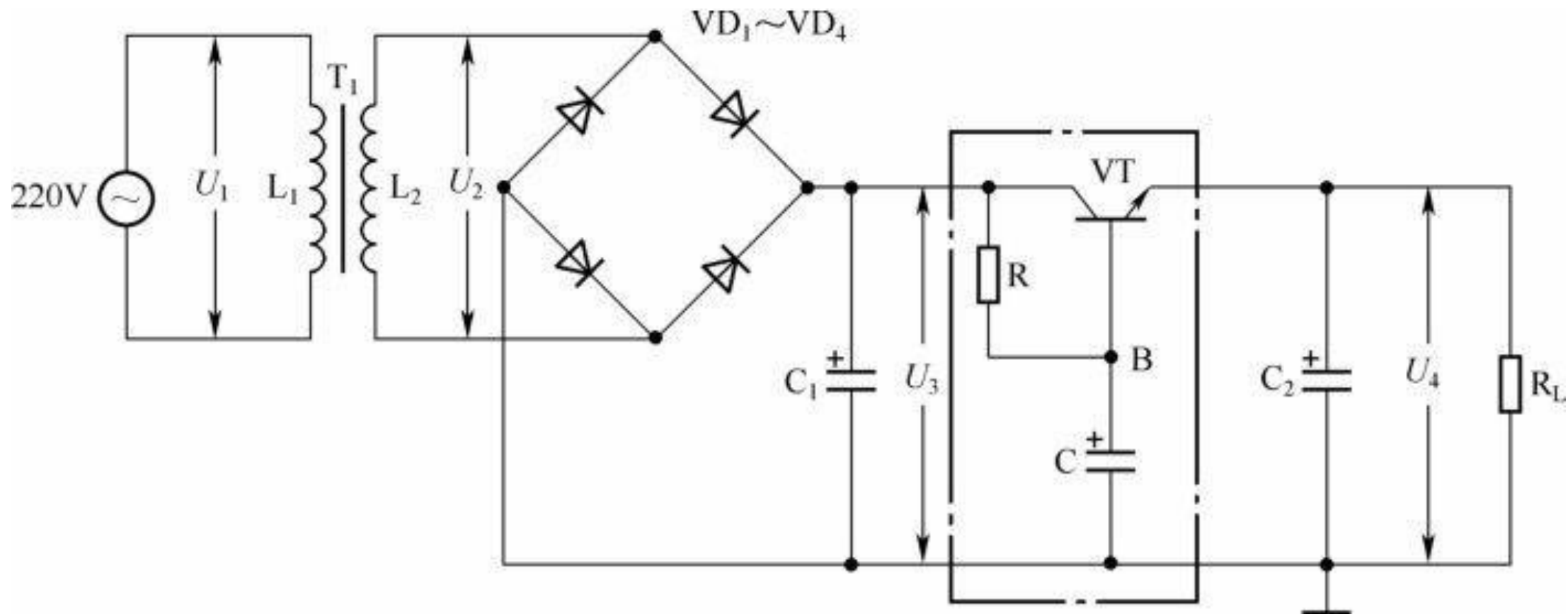
滤波电路

- 复合滤波：RC- π 形滤波电路



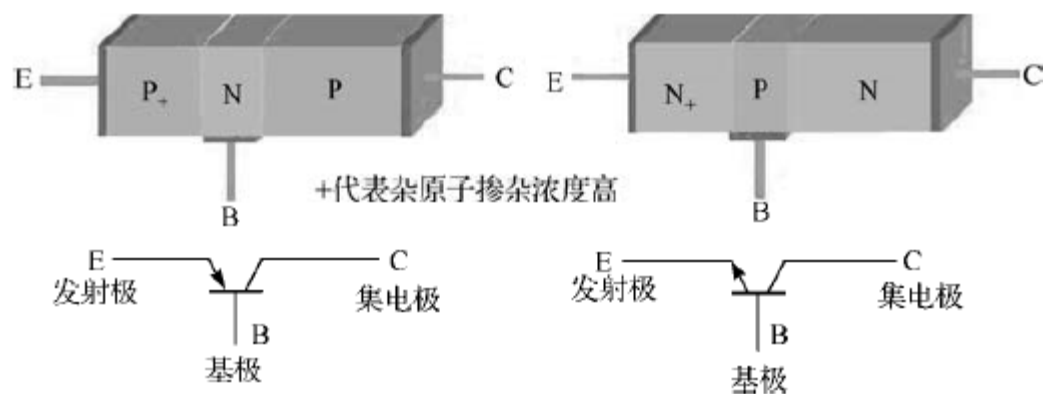
滤波电路

- 电子滤波



任何三极管都只有三种工作状态：
截止、放大和饱和。

• 三极管



小电流控制大电流

三极管的开关原理：NPN 三极管是正电压导通，而PNP 三极管是负电压导通

三极管集电极和发射极之间的电流具有单向性。当NPN 三极管处于放大和饱和状态时，EC间的电流从C 极到E 极。当PNP 三极管处于放大和饱和状态时，EC 间的电流从E 极到C 极。

所谓截止是指三极管CE 之间的电阻为无穷大。这是因为三极管的基极没有令可使三极管导通的适当的电压。

所谓放大是指三极管CE 之间电阻已经由无穷大减小为可通过一定的电流。这是因为三极管的基极已经附加有可使三极管导通的适当电压。

所谓饱和是指三极管CE 之间电阻已经减小到接近 0Ω 的最小阻值。

稳压电路

- 简单的稳压电路
- 串联型稳压电路
- 集成稳压电路

线性稳压是利用三极管或场效应管的线性放大区，或稳压二极管的击穿电压设计成的稳定电压的电路。线性稳压电路就好像一个可变电阻，持续地自我调节保证输出电压的稳定。

稳压电路

• 简单的稳压电路

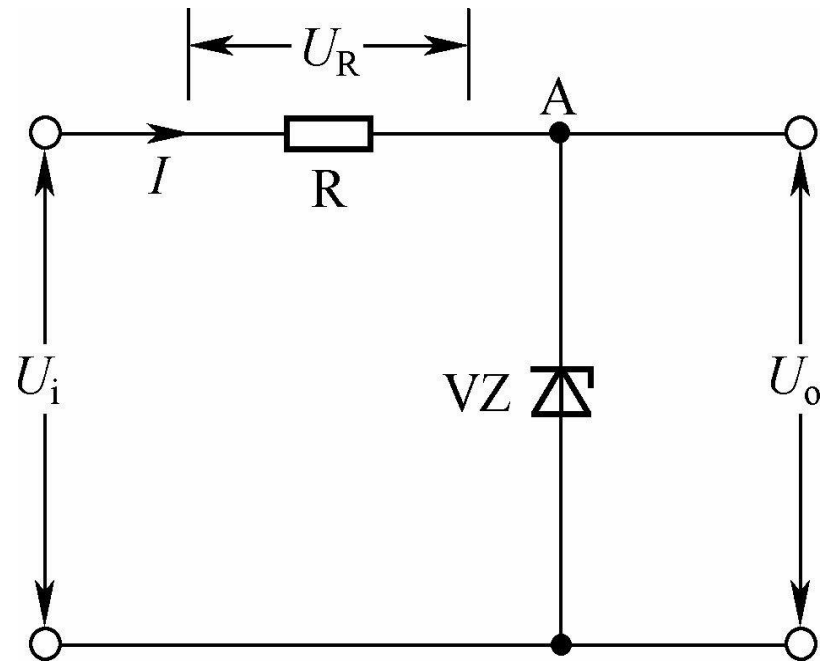


稳压二极管是一种用于稳压（或限压）、工作于反向击穿状态的特殊二极管，而整流二极管一般不能工作在反向击穿区，但稳压二极管却工作在反向击穿区。稳压二极管在电路中常用字母VZ表示。

当外加电压低于稳压二极管的稳压值时，稳压二极管不能导通，无稳压功能；当外加电压高于稳压二极管的稳压值时，稳压二极管反向击穿，两端电压保持不变，大小等于稳压值（注：为了保护稳压二极管并使它有良好的稳压效果，需要给稳压二极管串接限流电阻）。

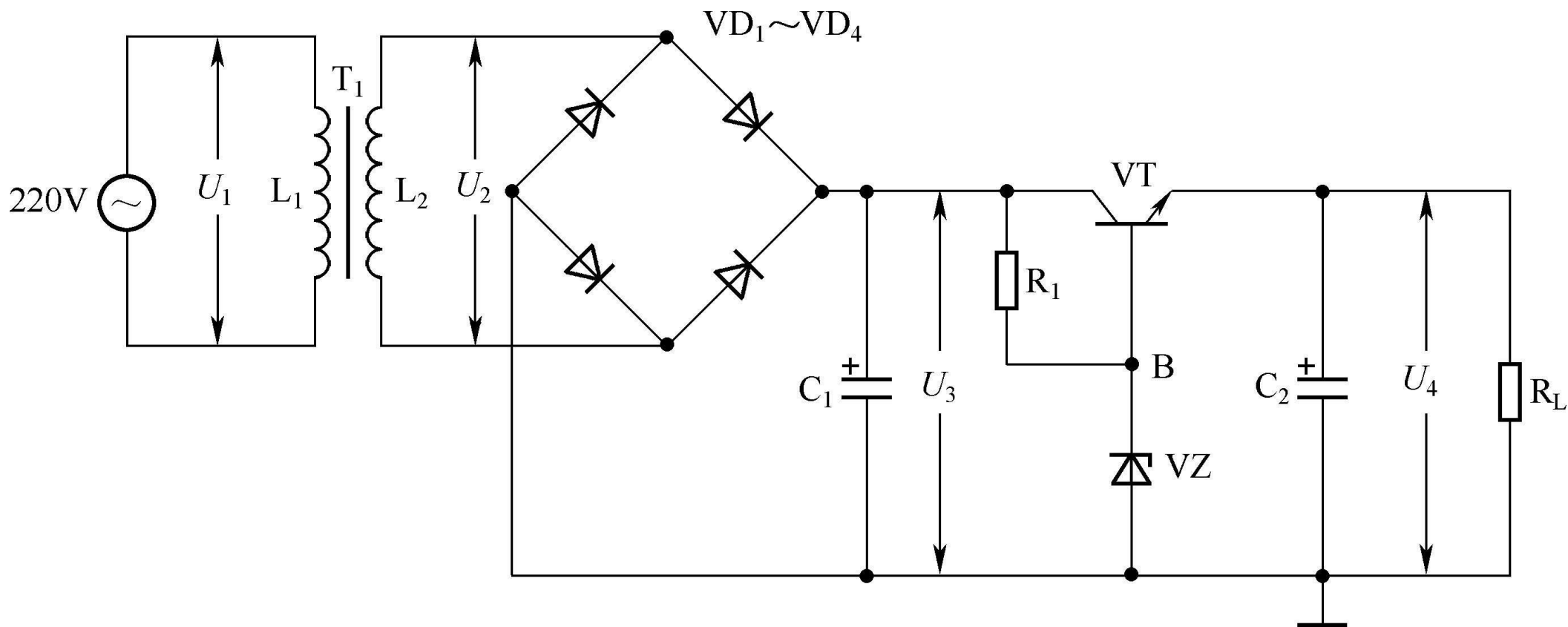
反接

稳压值



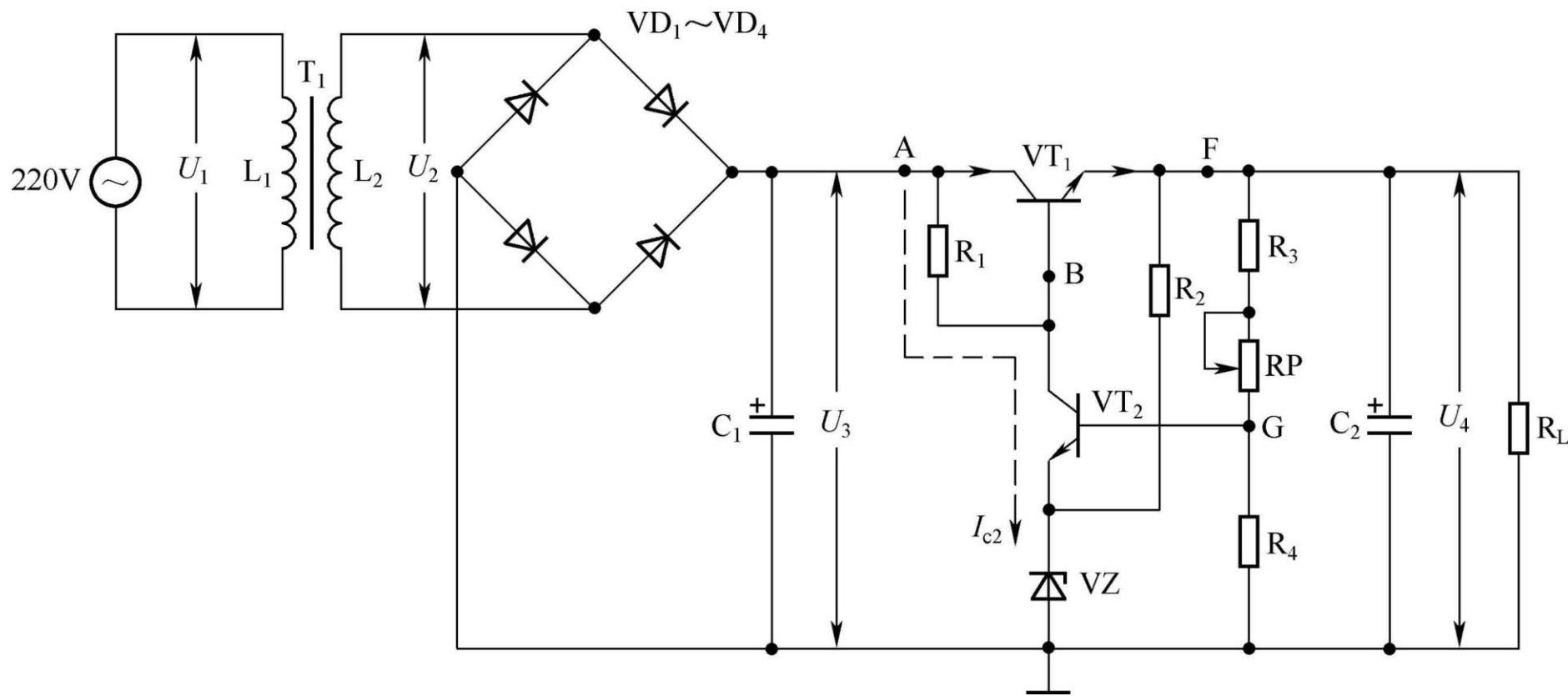
稳压电路

- 串联型稳压电路：简单的串联型稳压电路



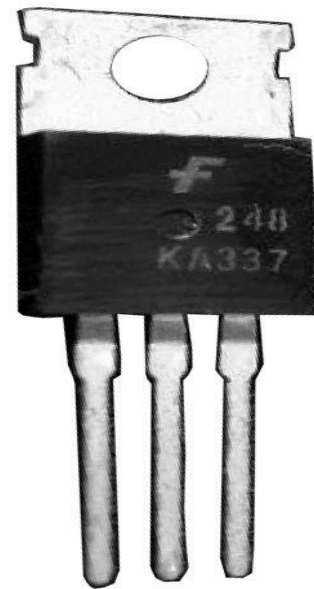
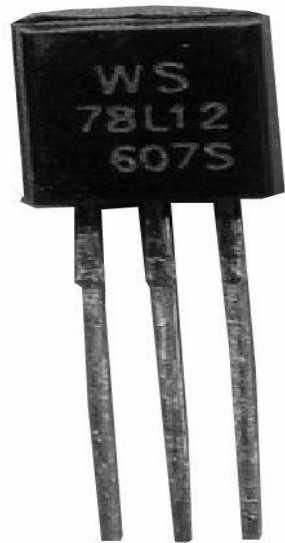
稳压电路

- 串联型稳压电路：常用的串联型稳压电路



稳压电路

- 集成稳压电路：三端集成稳压器，固定输出和可调输出

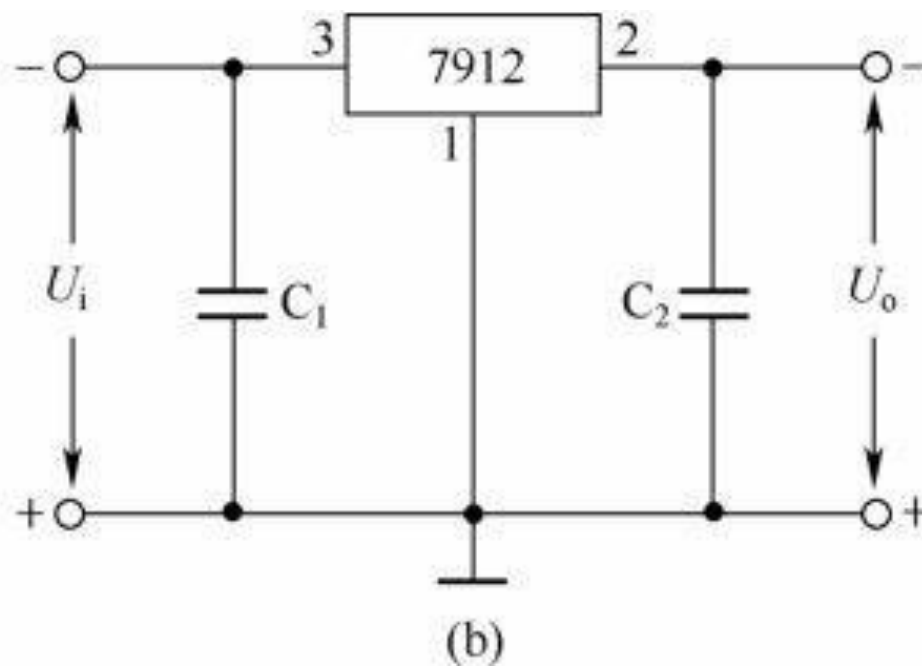
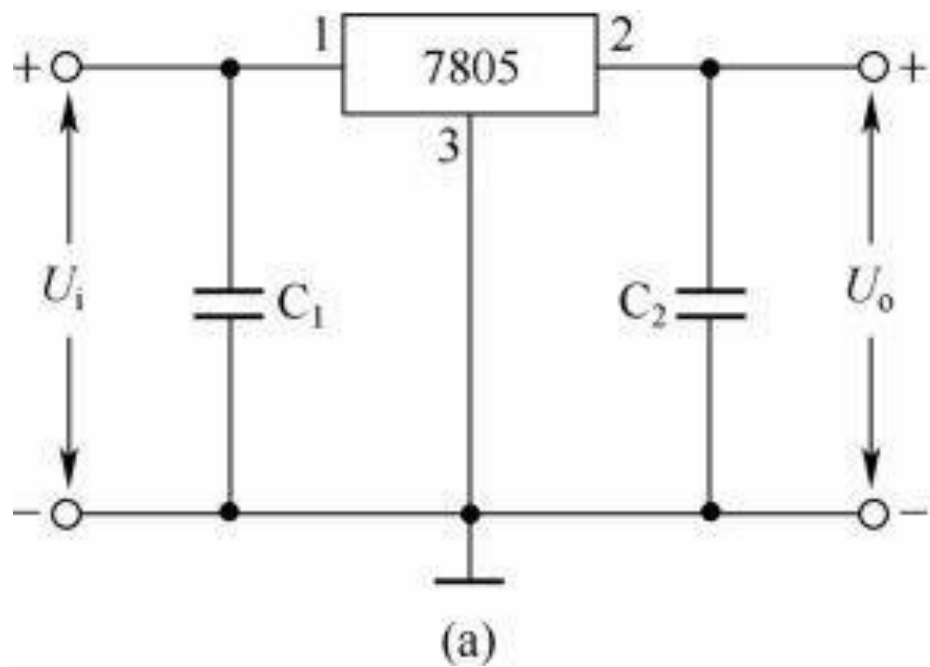


稳压电路



- 集成稳压电路：三端固定输出集成稳压器

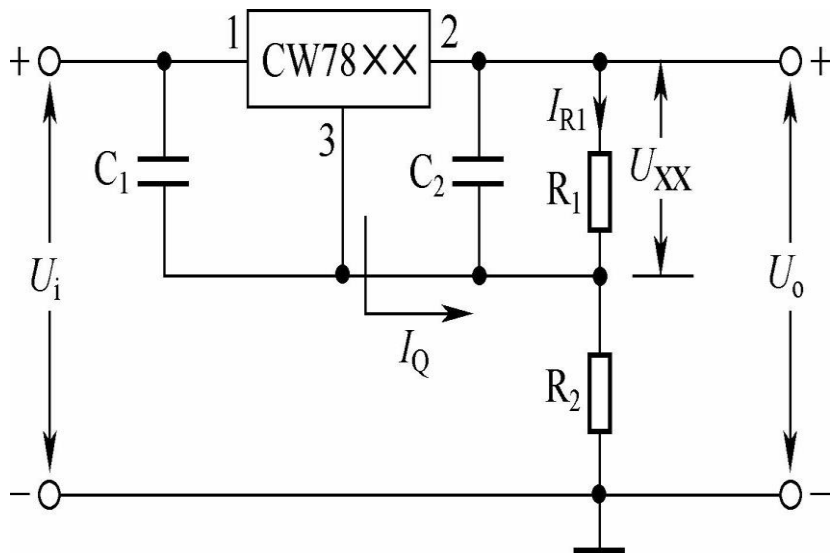
CW78 (79) $\times \times$ 系列稳压器



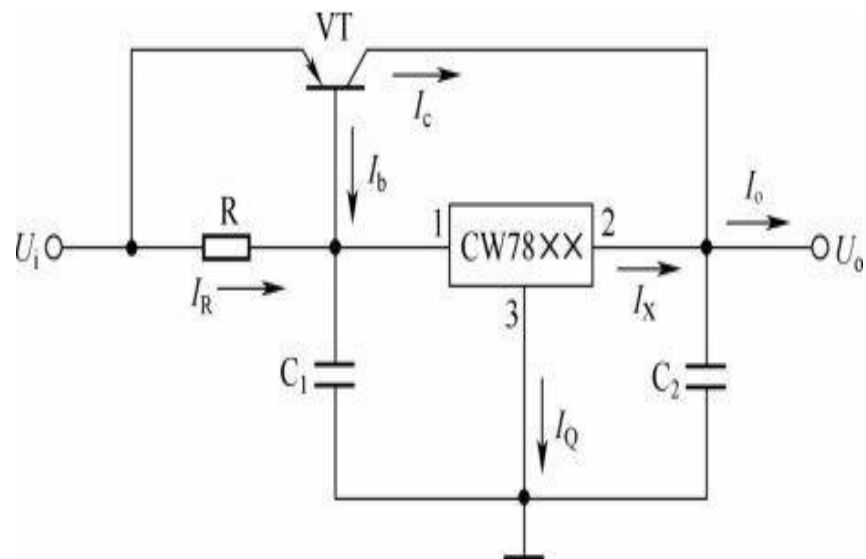
稳压电路

- 集成稳压电路：三端固定输出集成稳压器

CW78 (79) $\times \times$ 系列稳压器



提高输出电压



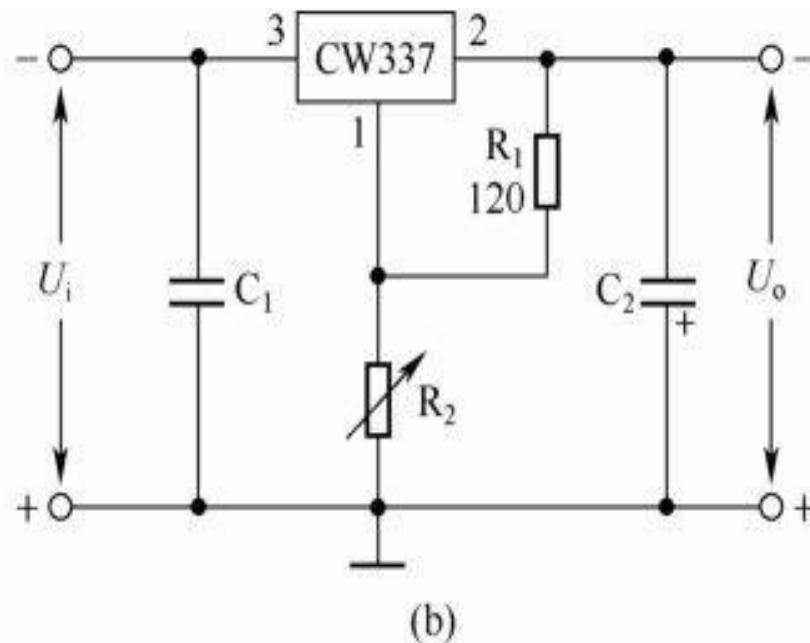
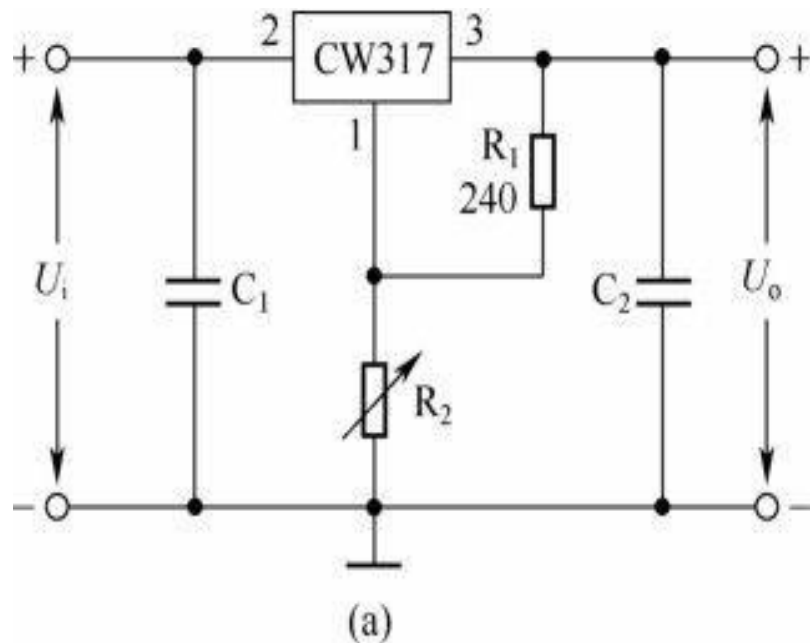
提高输出电流

稳压电路

- 集成稳压电路：三端可调输出集成稳压器

CW117/CW217/CW317 稳压器可输出 $+1.2 \sim +37\text{V}$

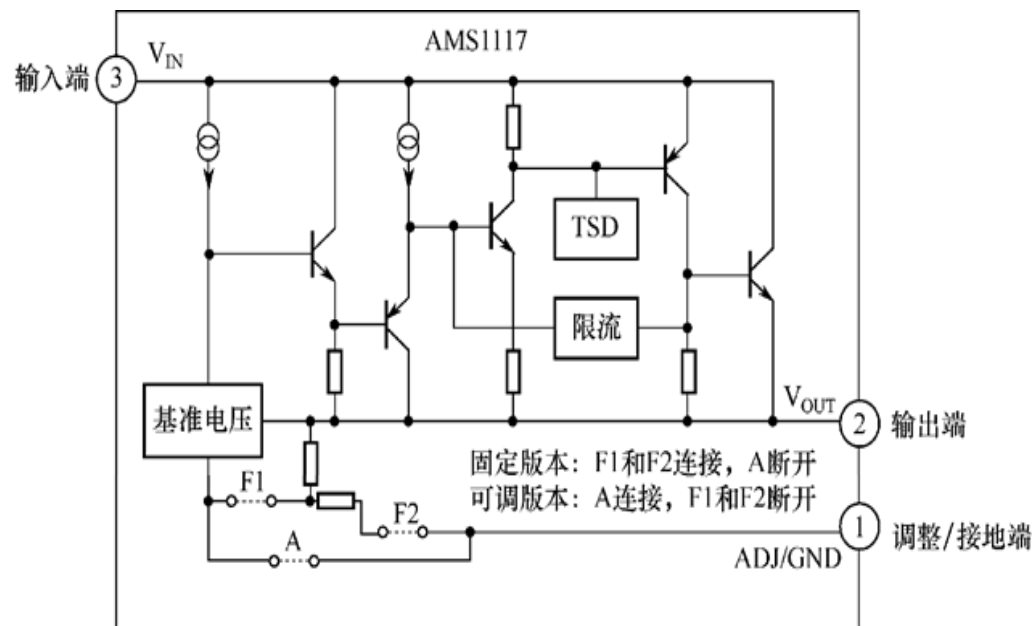
CW137/CW237/CW337 稳压器可输出 $-1.2 \sim -37\text{V}$ ，并且输出电压连续可调



稳压电路

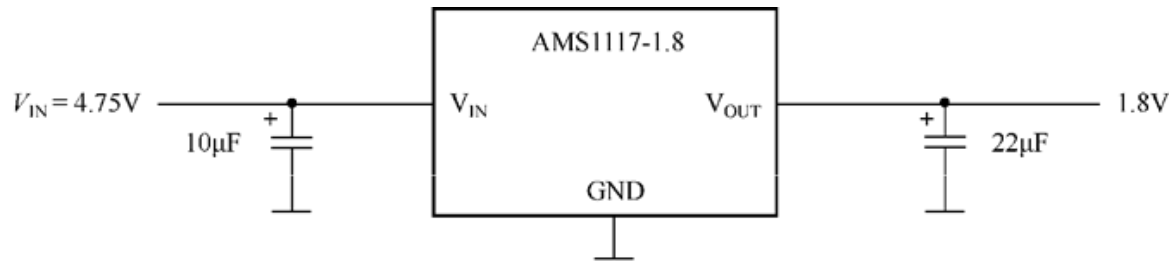
- 集成稳压电路：三端低降压稳压器AMS1117

AMS1117有固定输出和可调输出两种类型，固定输出可分为1.5V、1.8V、2.5V、2.85V、3.0V、3.3V和5.0V，最大允许输入电压为15V。

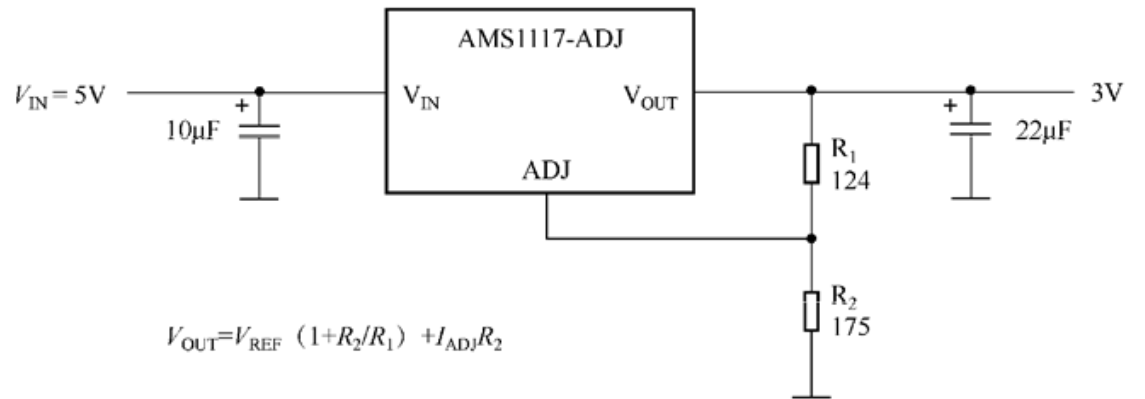


稳压电路

- 集成稳压电路：三端低降压稳压器AMS1117



(a) 固定电压输出电路



$$V_{OUT} = V_{REF} (1 + R_2/R_1) + I_{ADJ} R_2$$

(b) 可调电压输出电路

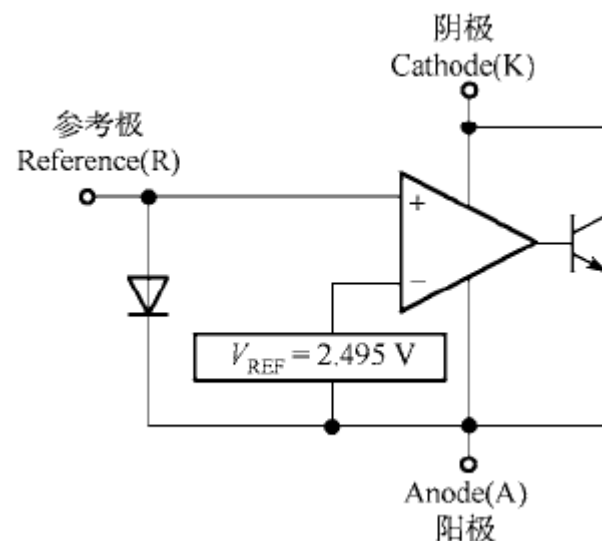
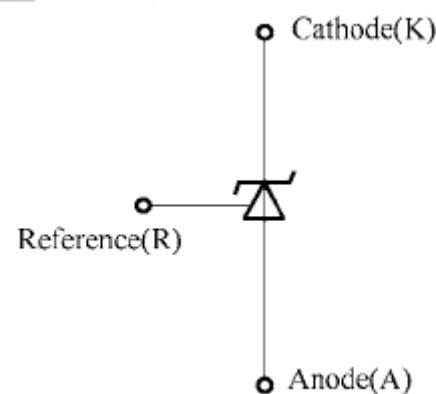
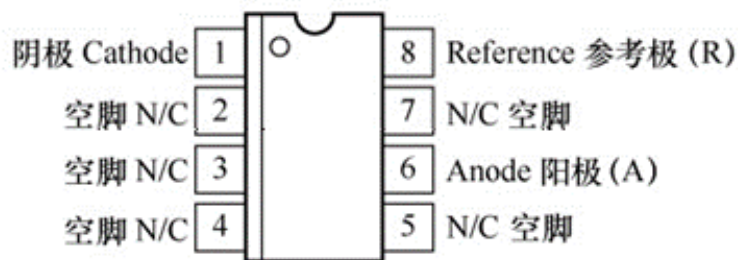
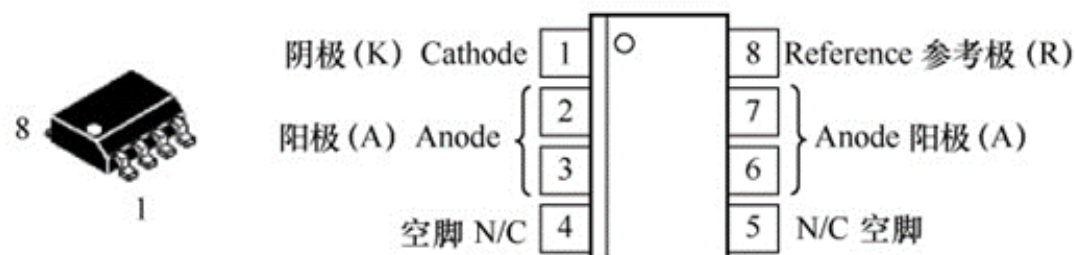
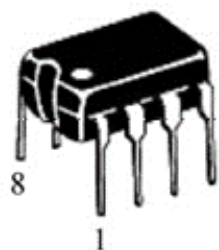
输出电压可用图中的式子计算， V_{REF} 为ADJ端接地时的 V_{OUT} 值， I_{ADJ} 为ADJ端的输出电流，使用时，将 R_1 或 R_2 换成电位器，同时测量 V_{OUT}

稳压电路

• 集成稳压电路：三端精密稳压器TL431

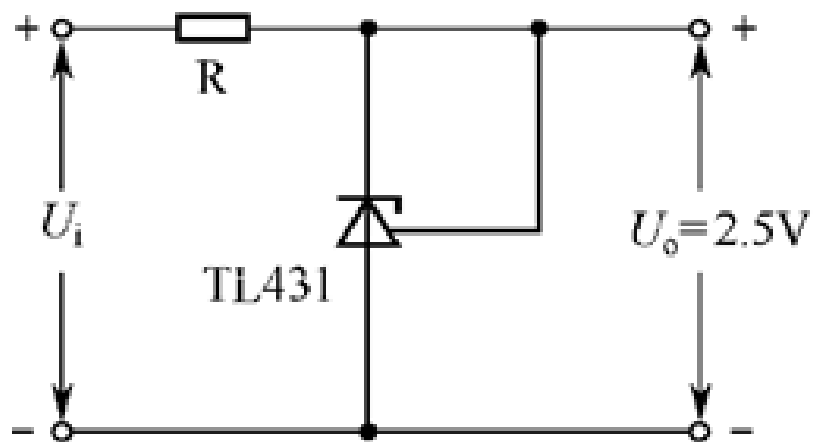
TL431是一个有良好热稳定性能的三端精密稳压器，其输出电压用两个电阻就可以设置从2.5 ~ 36V范围内的任何值。该器件的典型动态阻抗为 0.2Ω ，在很多应用中可以用它代替稳压二极管

TL431 实际上是一个以“参考极R上的电压”为条件，以“从阴极C到阳极A的单向开关”为开关的“条件开关”——如果参考极R上的电压大于2.495V，则“从阴极C到阳极A的单向开关”打开；反之则关闭。



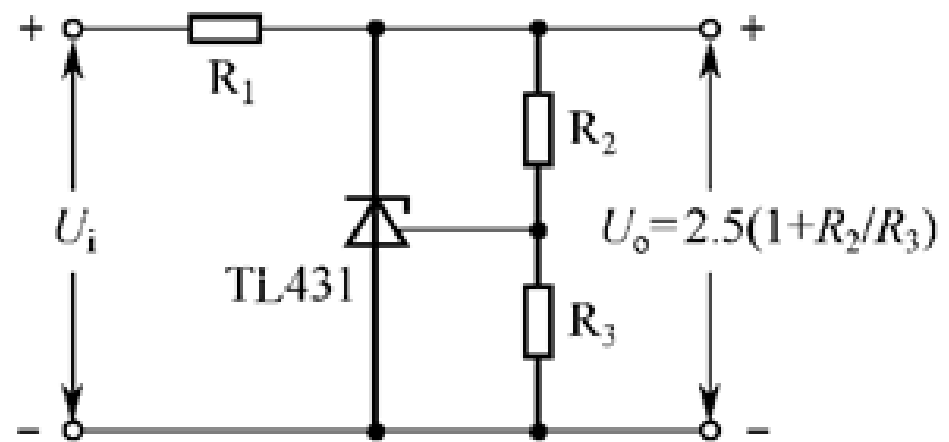
稳压电路

- 集成稳压电路：三端精密稳压器TL431



(a)

将R极与K极直接连接，当其输入电压 U_i 在2.5V以上变化时，其输出电压 U_o 稳定为2.5V；

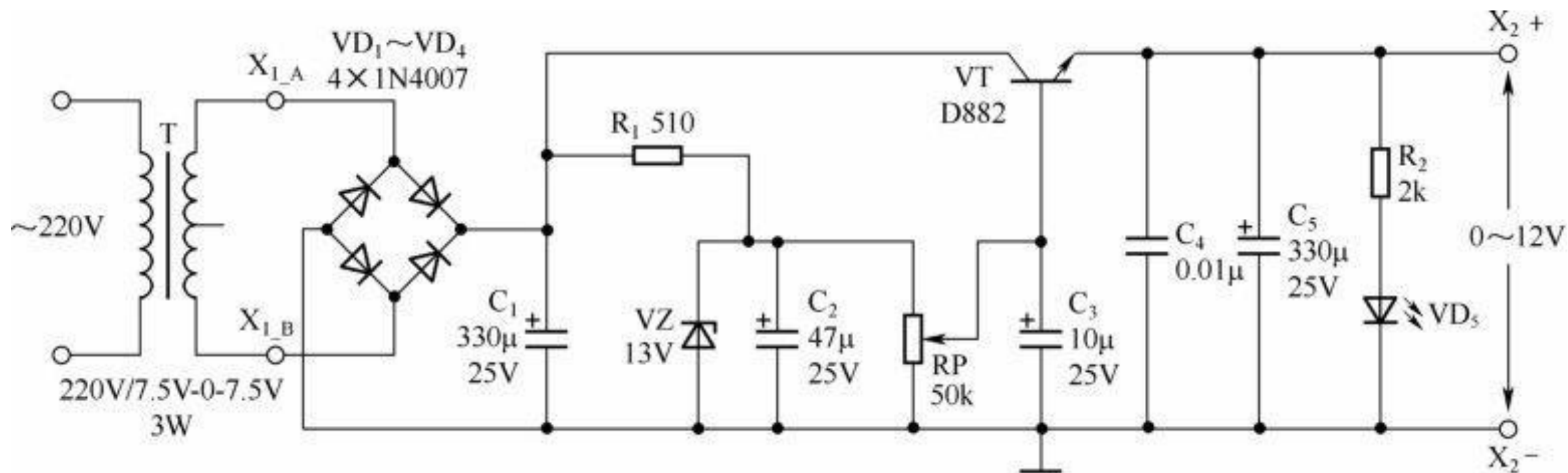


(b)

将R极接在分压电阻 R_2 、 R_3 之间，当输入电压 U_i 在2.5V以上变化时，其输出电压 U_o 稳定为 $2.5(1 + R_2/R_3)$ V。

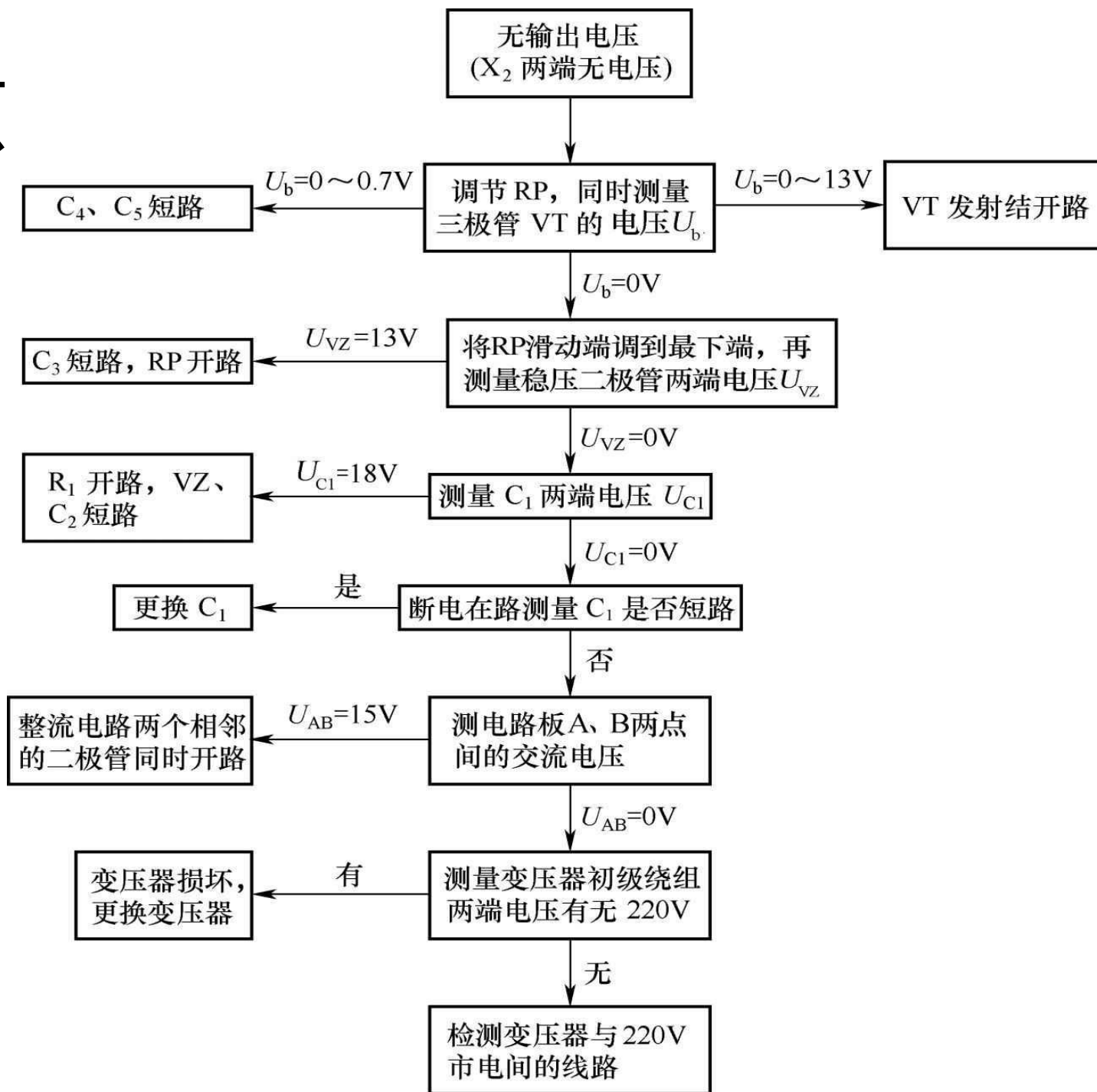
0 ~ 12V 可调电源的原理与检修

- 电路原理



0 ~ 12V 可调电源的原理与检修

• 电路维修



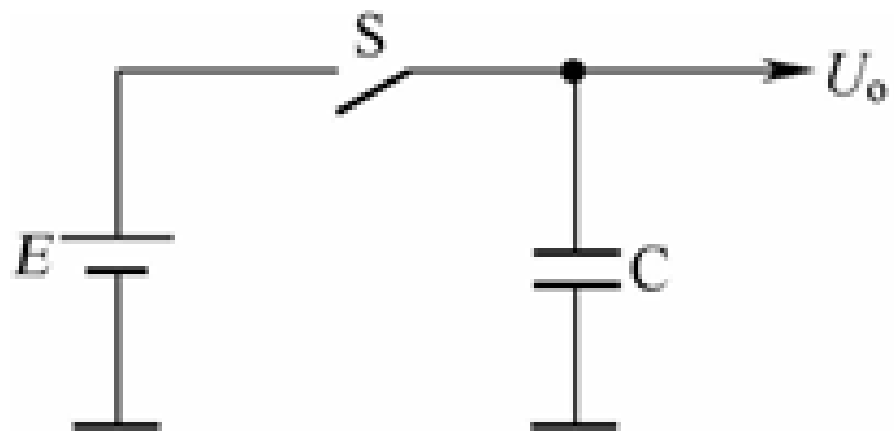
开关电源

线性稳压电源的效率低，而开关电源具有很高的效率。

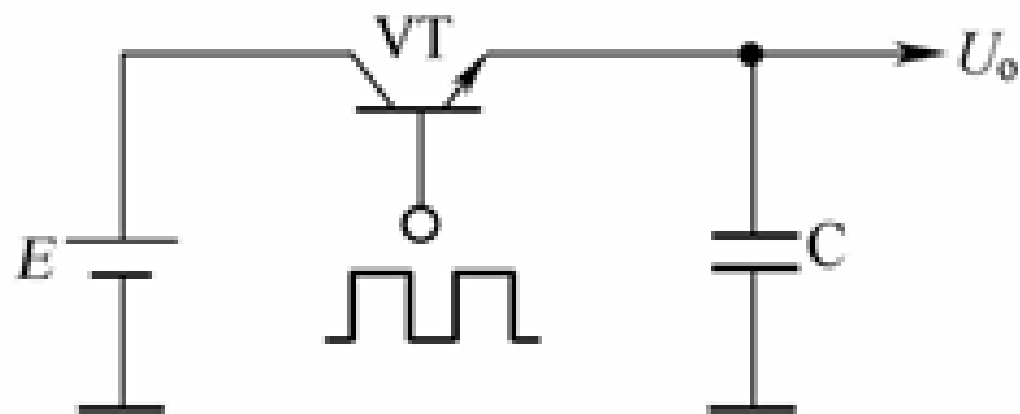
- 基本工作原理
- 3种类型的开关电源工作原理分析
- 开关电源电路分析

开关电源

- 基本工作原理



(a)



(b)

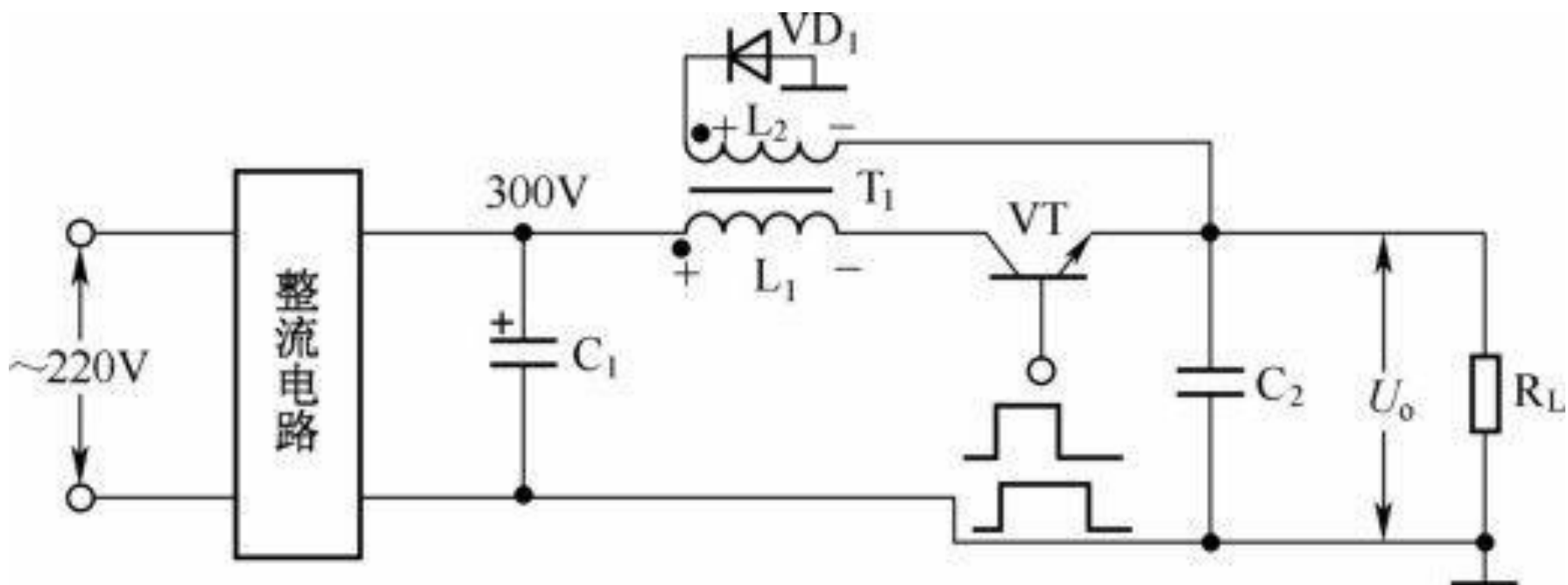
控制三极管导通、截止时间的长短就能改变输出电压

开关电源

- 3种类型的开关电源工作原理分析
 - 串联型
 - 并联型
 - 变压器耦合型

开关电源

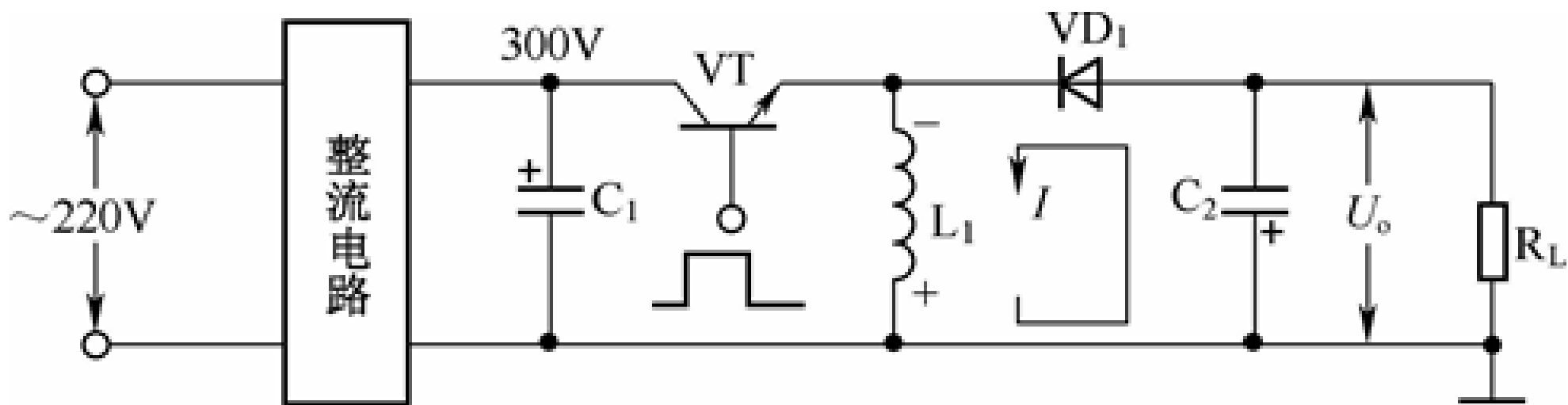
- 3种类型的开关电源工作原理分析
 - 串联型



开关电源

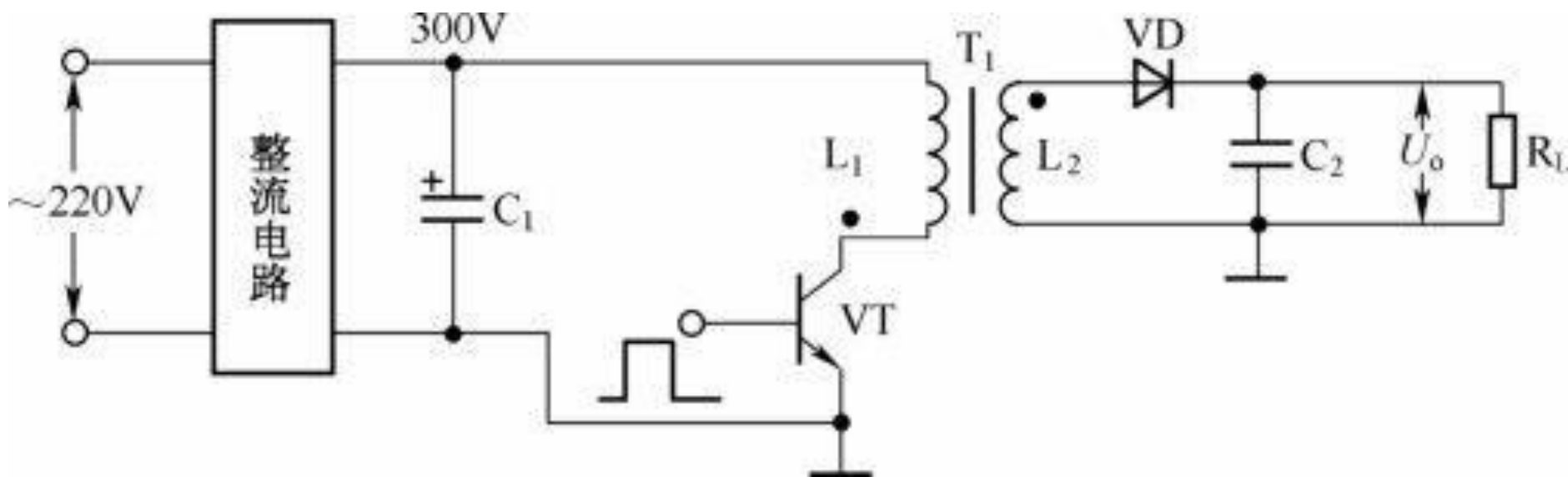


- 3种类型的开关电源工作原理分析
 - 并联型



开关电源

- 3种类型的开关电源工作原理分析
 - 变压器耦合型



开关电源

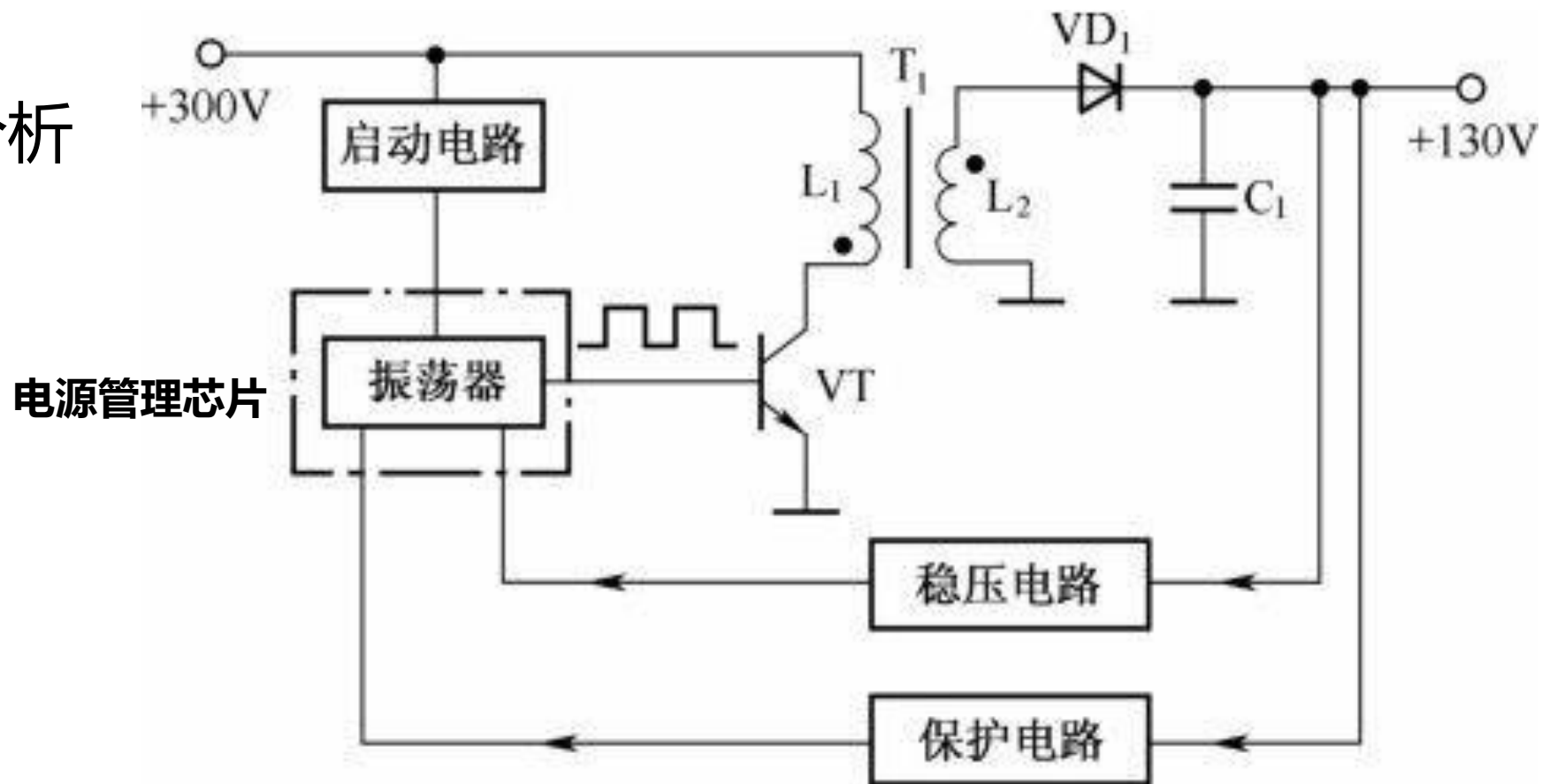
根据脉冲产生方式不同，进行分类

- 开关电源电路分析
 - 自激式
 - 他激式

他激式开关电源与自激式开关电源的区别在于：**他激式开关电源有单独的振荡器，自激式开关电源则没有独立的振荡器，开关管是振荡器的一部分。**他激式开关电源中独立的振荡器产生控制脉冲信号，去控制开关管工作在开关状态，另外电路中无正反馈绕组构成的正反馈电路。

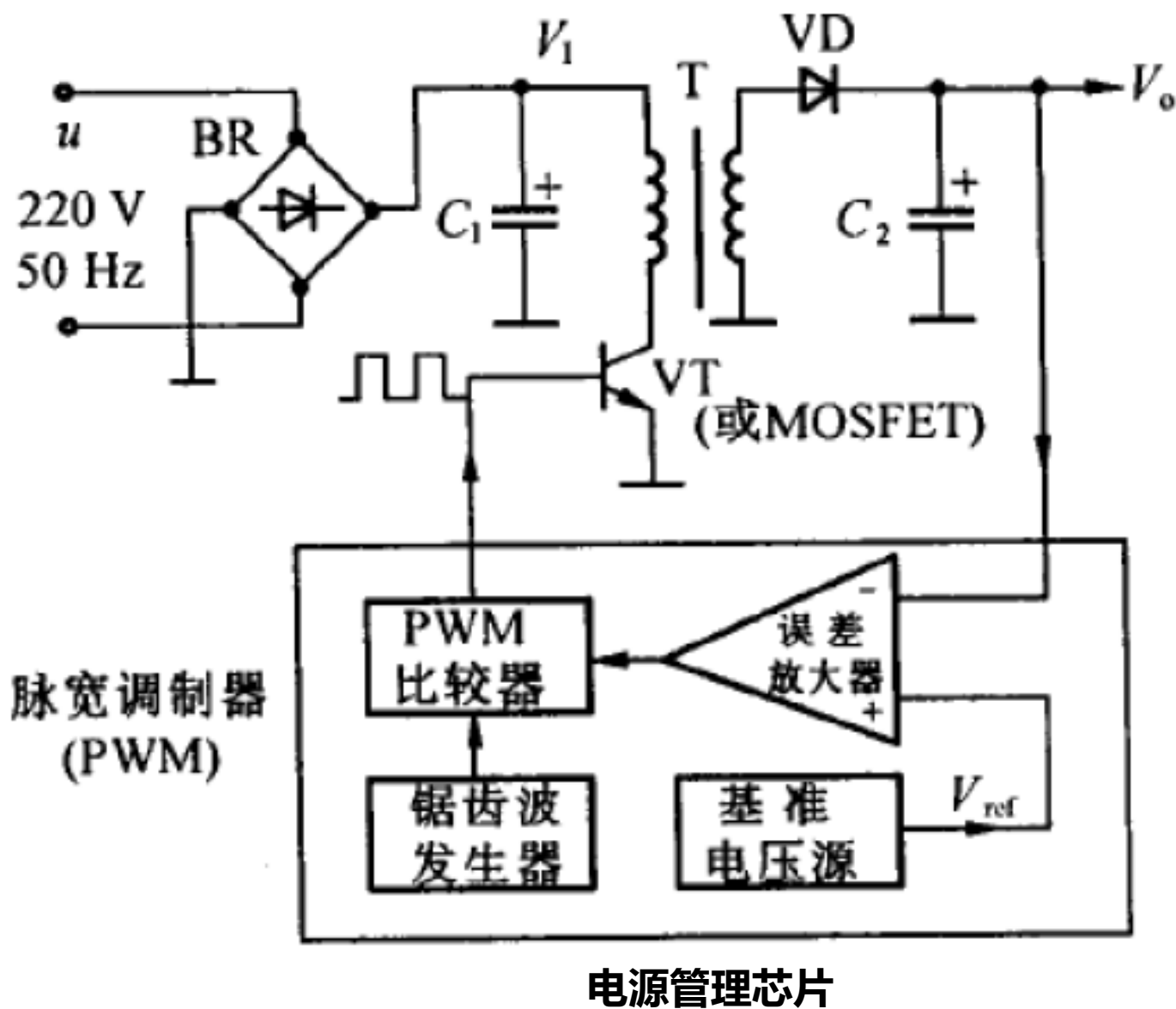
开关电源

- 开关电源电路分析
 - 他激式



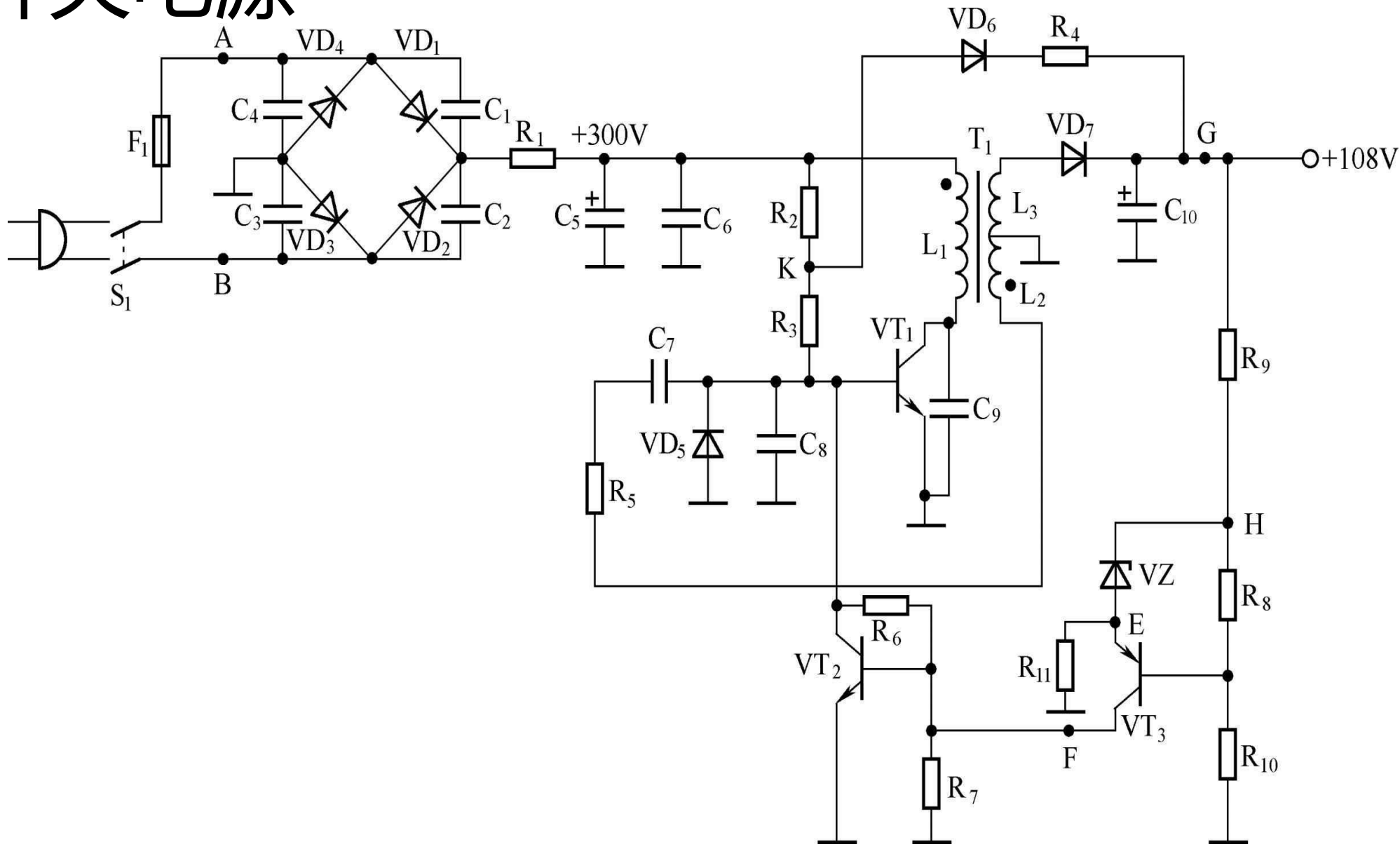
开关电源

- 开关电源电路分析
 - 他激式



开关电源

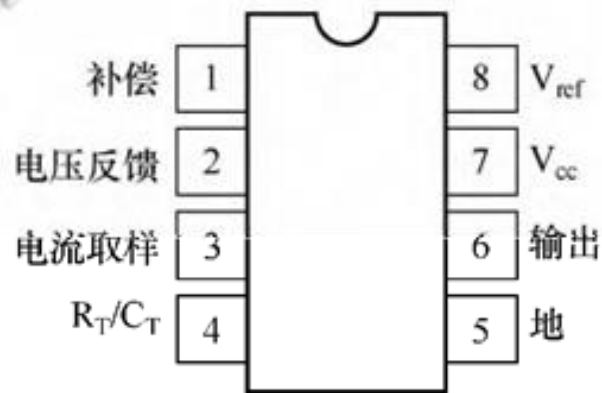
自激式



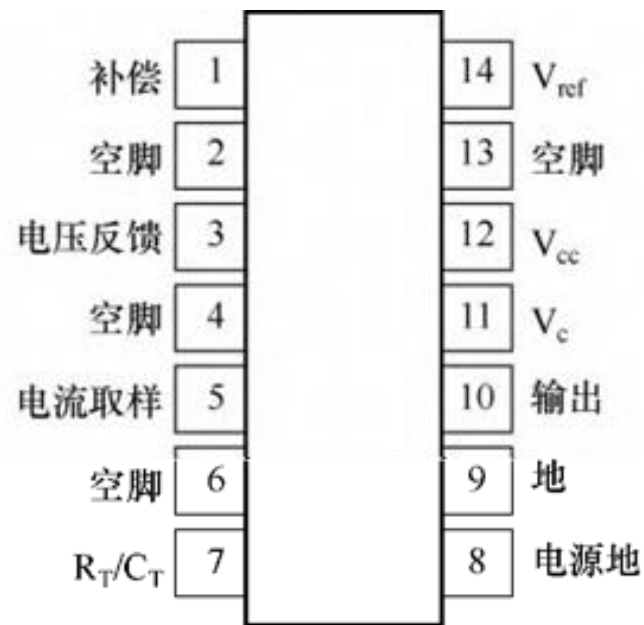
开关电源

开关电源控制芯片UC384x

UC384x系列芯片是一种高性能开关电源控制器芯片，可产生最高频率为500kHz的PWM激励脉冲。该芯片内部具有可微调的振荡器、高增益误差放大器、电流取样比较器和大电流双管推挽功率放大输出电路，是驱动功率MOS管的理想器件。



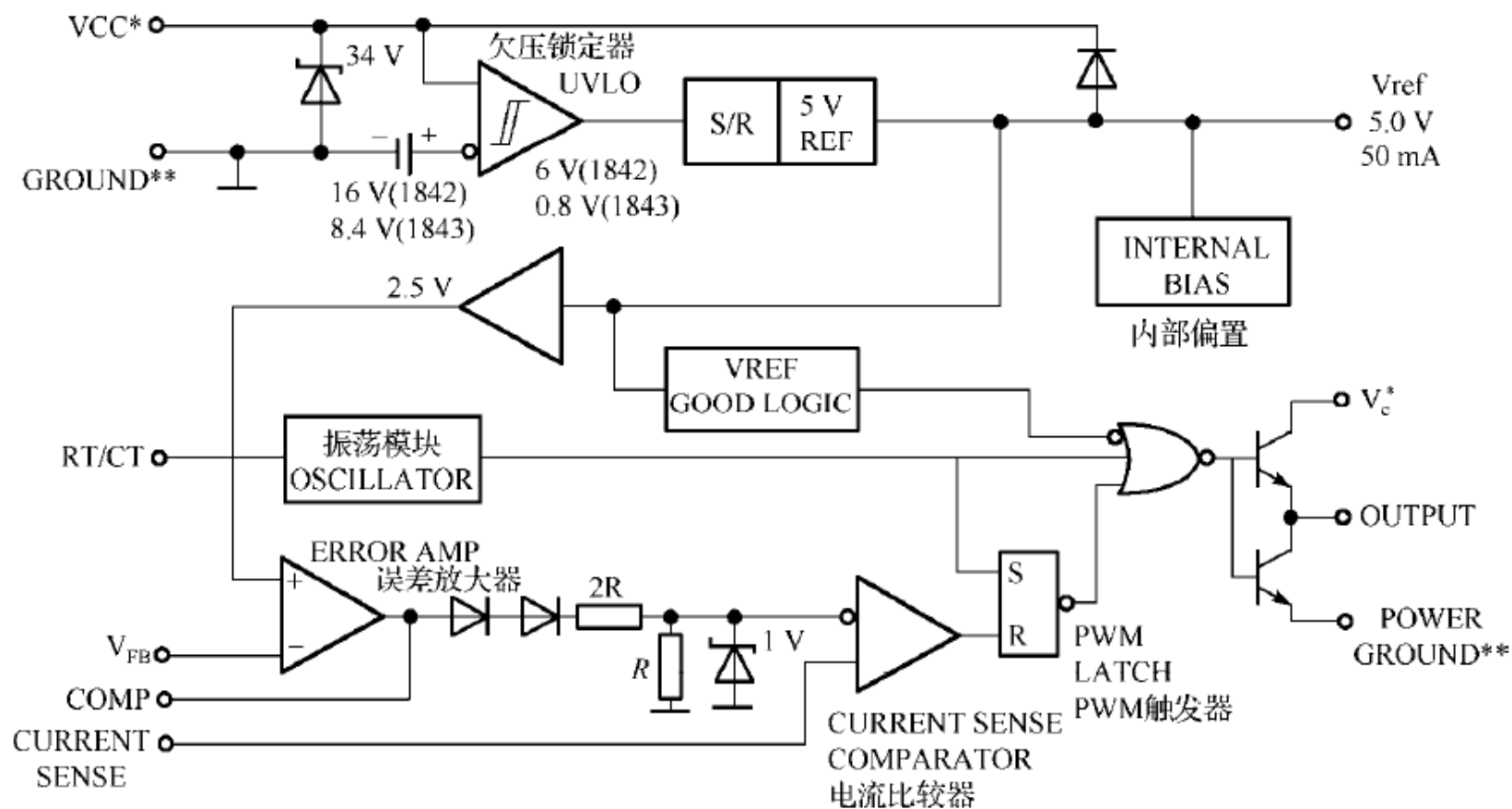
8引脚封装



14引脚封装

开关电源

开关电源控制芯片UC384x



开关电源

开关电源控制芯片UC384x

