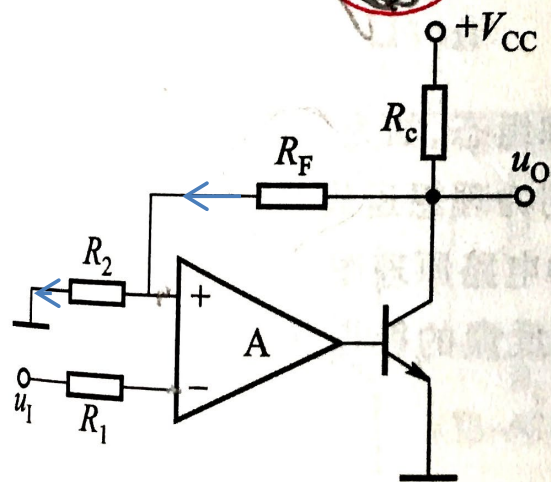
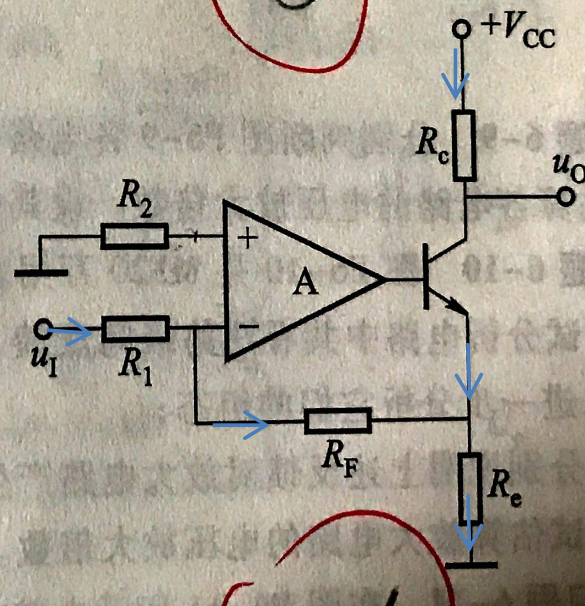


(c)



(d)



第九章 直流电源

9.1 直流电源的组成及各部分的作用

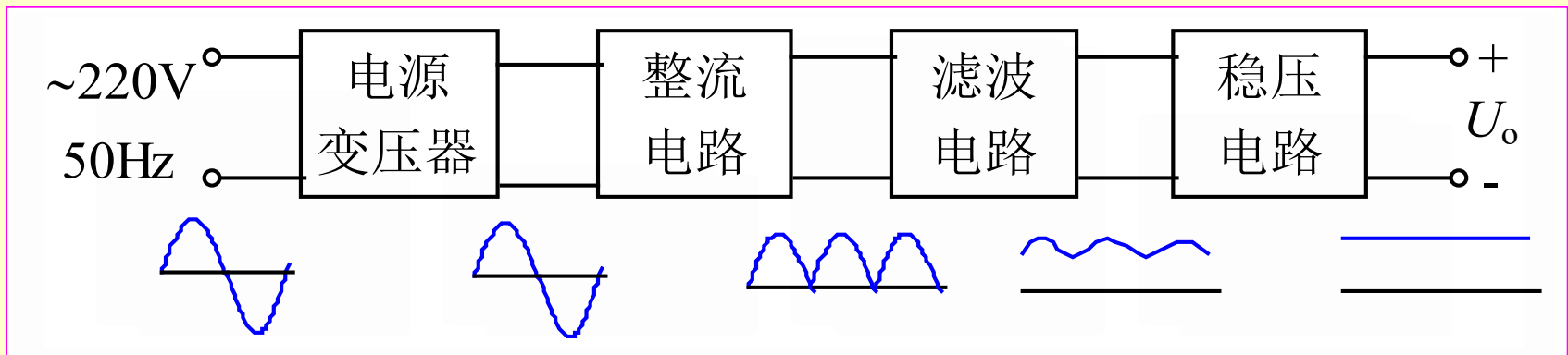
9.2 整流电路

9.3 滤波电路

9.4 稳压电路

9.1 直流电源的组成及各部分的作用

1. 直流电源的组成



2. 各部分的作用

- (1) 变压：将AC 220V/50Hz的交流电，变换到直流电源所需的次级电压；
- (2) 整流：将正弦波电压转换成单一方向的脉动电压；
- (3) 滤波：滤掉交流分量，保留直流分量，使电压平滑。
- (4) 稳压：使输出电压稳定，不随负载变化或电网电压波动而变化。

9.2 整流电路

一.单相半波整流电路

1. 工作原理

利用二极管的单向导电性

2. 主要参数

整流电路输出
电压平均值

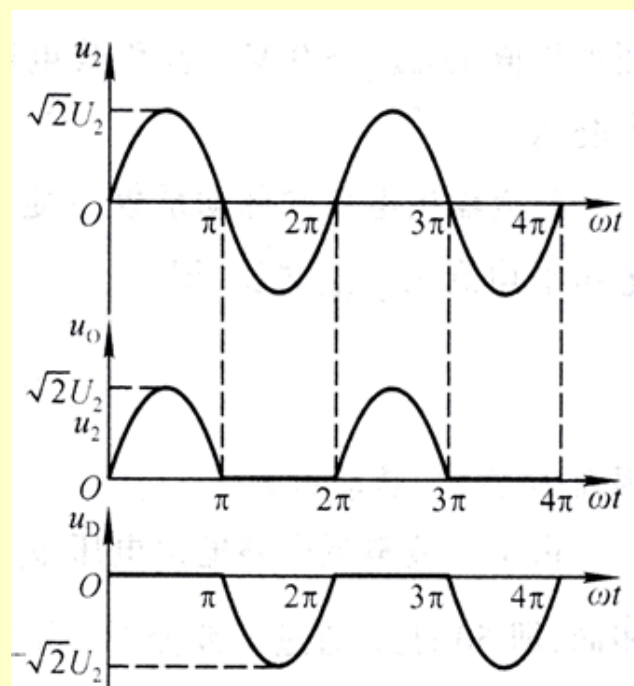
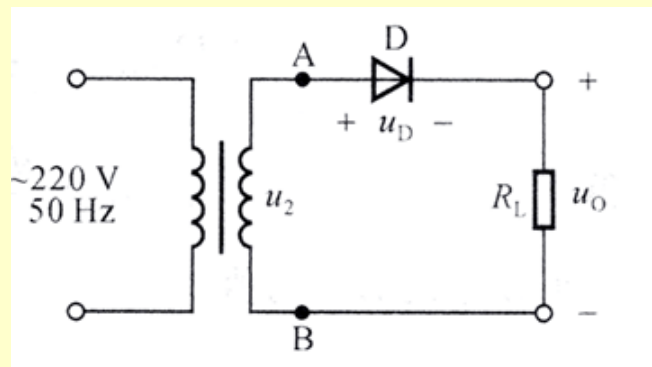
$$U_{O(AV)} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2}U_2 \sin \omega t d(\omega t)$$
$$= \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi} \approx 0.45U_2$$

整流电路输出
电流平均值

$$I_O = \frac{U_O}{R_L} \approx \frac{0.45U_2}{R_L}$$

整流电路输出电
压的脉动系数

$$S = \frac{\pi}{2} \approx 1.57$$



3. 二极管的选择

二极管的正向平均电流

$$I_D = I_O \approx \frac{0.45U_2}{R_L}$$

二极管承受的最大反向电压

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

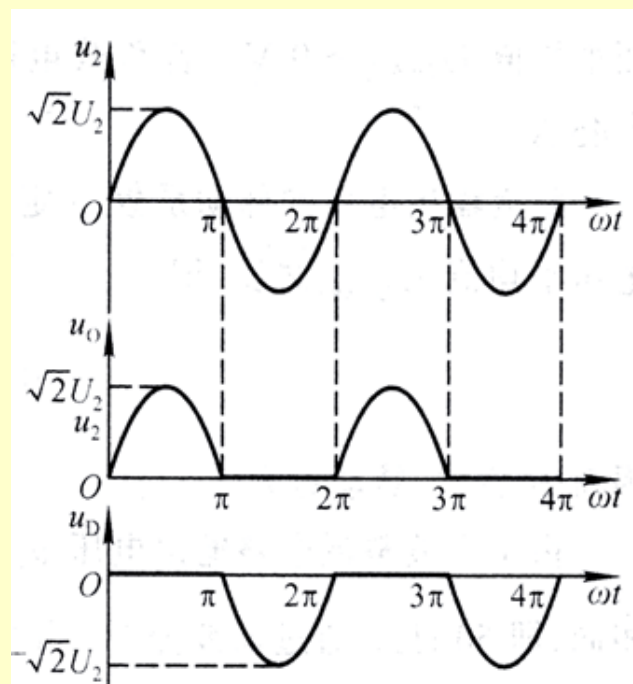
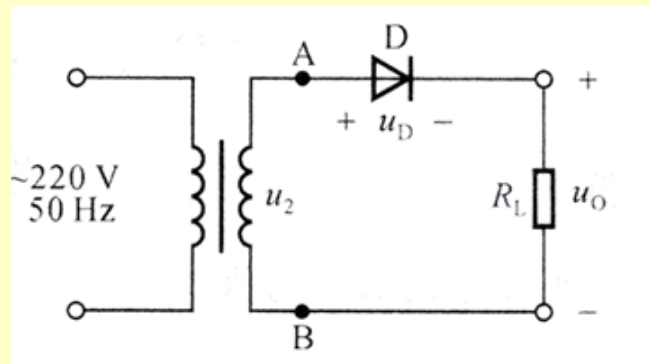
考虑电网电压有10%波动，则选择二极管的参数

最大整流电流

$$I_F > 1.1I_O \approx 1.1 \cdot \frac{0.45U_2}{R_L}$$

最高反向工作电压

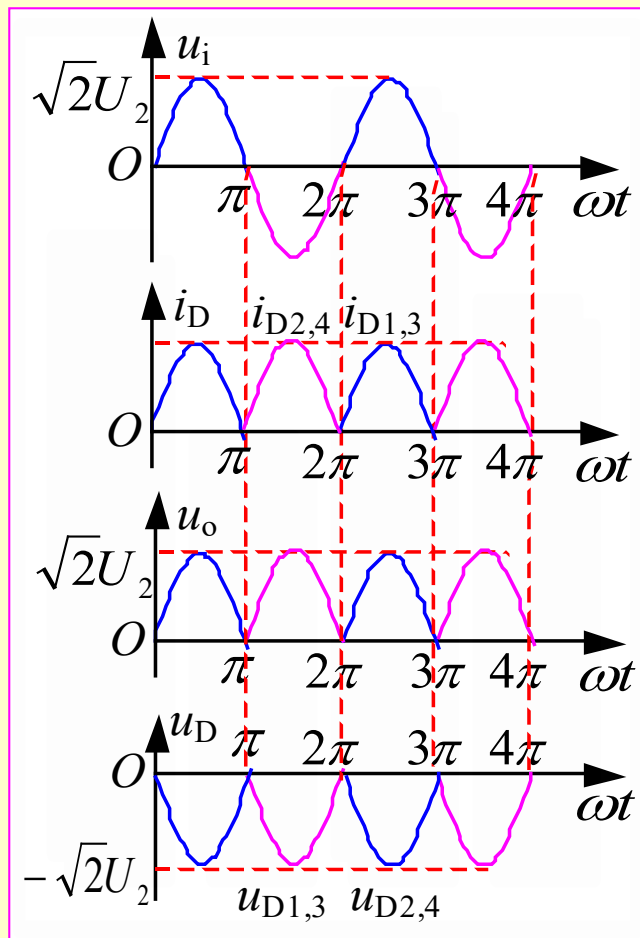
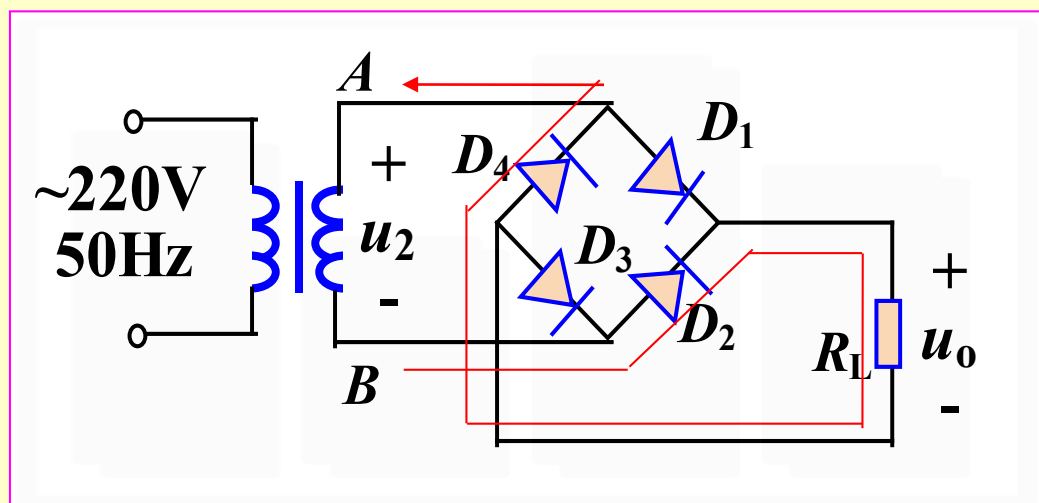
$$U_R > 1.1\sqrt{2}U_2$$



二.单相桥式整流电路

1. 工作原理

利用二极管的单向导电性



u_2 正半周时: A 点电位最高, B 点电位最低, D_1 、 D_3 导通, D_2 、 D_4 截止, $u_o = u_2$;

u_2 负半周时: A 点电位最低, B 点电位最高, D_2 、 D_4 导通, D_1 、 D_3 截止, $u_o = -u_2$ 。

2. 主要参数

输出电压
平均值

$$U_O = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2} \cdot U_2 \sin \omega t \cdot d\omega t$$

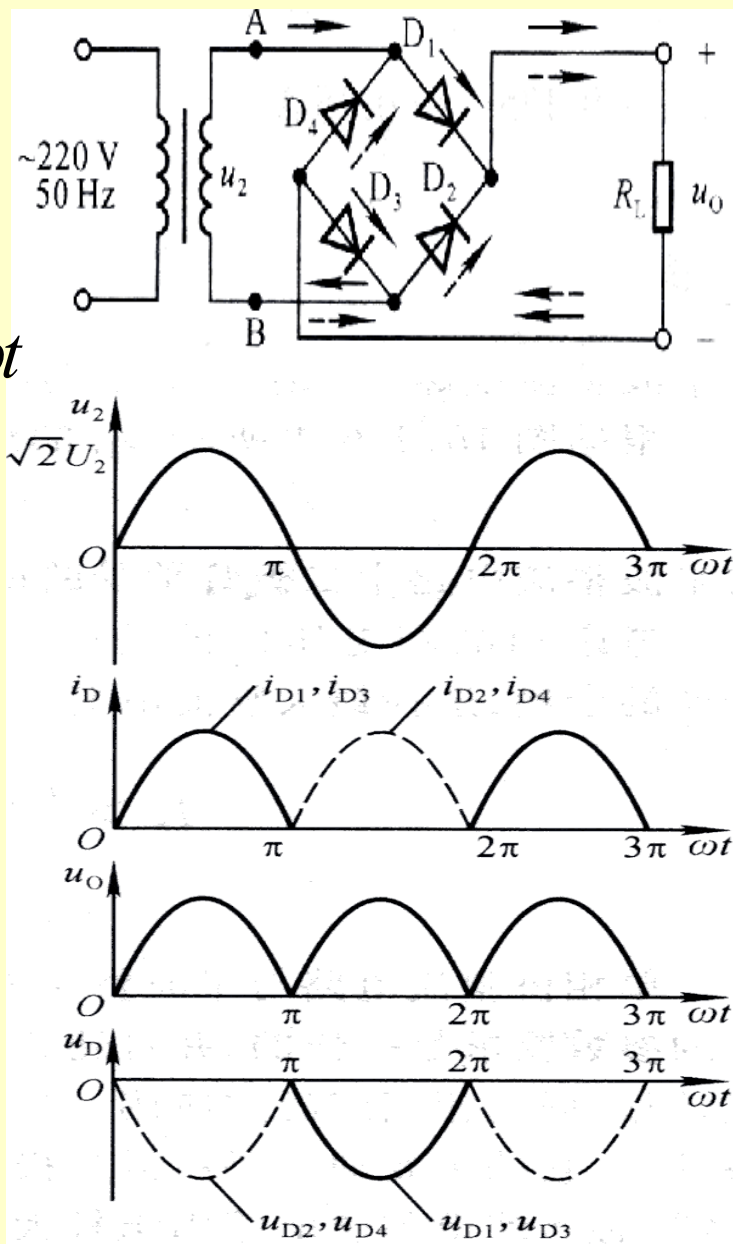
$$= \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2 \approx 0.9U_2$$

输出电流
平均值

$$I_O = \frac{U_O}{R_L} \approx \frac{0.9U_2}{R_L}$$

输出电压
的脉动系
数

$$S = \frac{2}{3} = 0.67$$



3. 二极管的选择

二极管的正向平均电流

$$I_D = \frac{I_O}{2} \approx \frac{0.45U_2}{R_L}$$

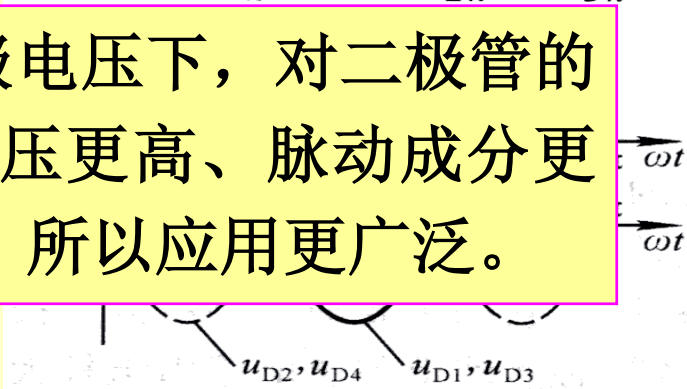
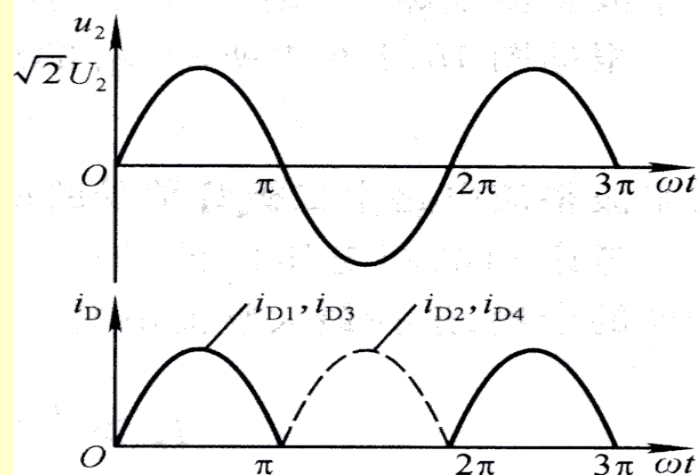
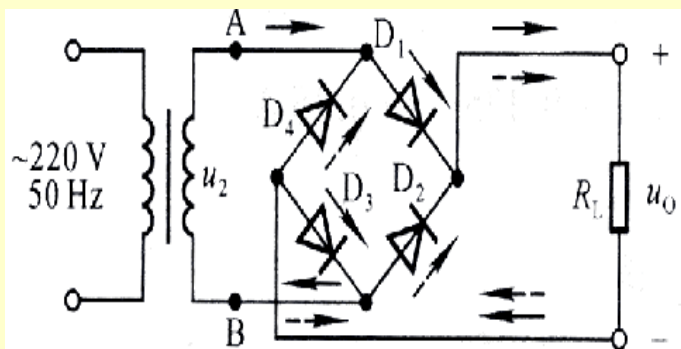
二极管承受的最大反向电压

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

考虑电网电压有10%波动，则选择
二极管的参数

最大整流电流

桥式整流与半波整流在相同的次级电压下，对二极管的参数要求是一样的，但却可以获得电压更高、脉动成分更低的输出电压，而且变压器利用率高，所以应用更广泛。



9.3 滤波电路

利用储能元件电容器 C 两端的电压（或通过电感器 L 的电流）不能突变的性质，把电容 C （或 L ）与整流电路的负载 R_L 并联（或串联），就可以滤掉整流电路输出的交流成分，提高直流成分，减小电路的脉动系数，改善电路的性能。在小功率整流电路中，经常使用的是电容滤波。

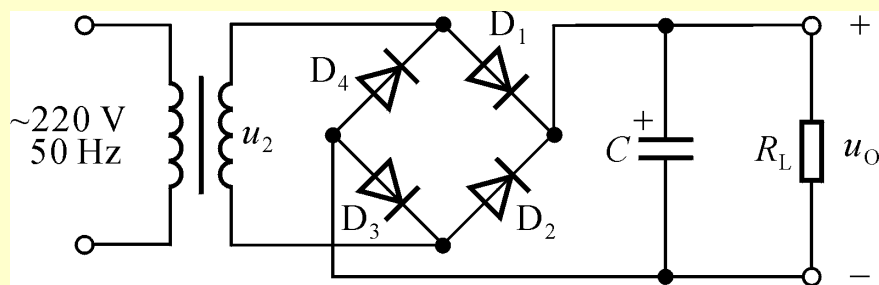
一.电容滤波电路

工作原理

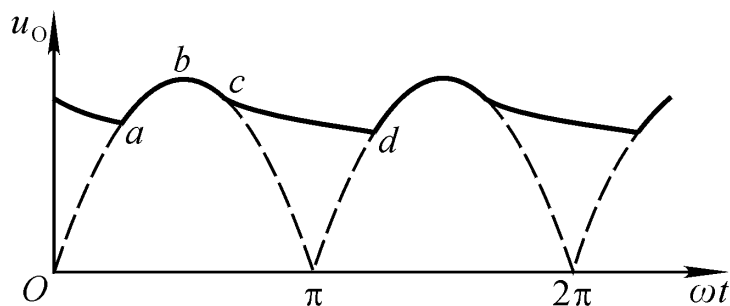
当 u_2 处于正半周且数值**大于电容两端电压 u_c** 时， D_1 、 D_3 导通，电流一路流经 R_L ，另一路对电容 C **充电**，理想情况下 $u_0 = u_2$ ，如**ab段**。

当 u_2 上升到峰值开始下降，电容通过负载 R_L **放电**，电压 u_c 也开始下降，趋势与 u_2 基本相同，如**bc段**。

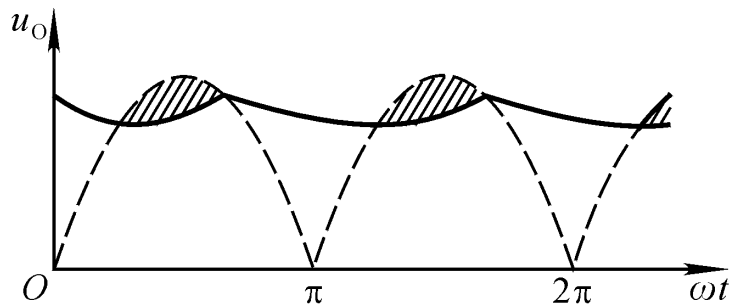
但电容按指数规律放电，而 u_2 按正弦规律下降，故 u_2 下降到一定数值后， u_c 的下降速度小于 u_2 的下降速度，使 u_c **大于 u_2** ，从而使 D_1 、 D_3 截止，此后电容继续通过 R_L **放电**， u_c 按指数规律缓慢下降，如**cd段**。



(a)



(b)



(c)

单相桥式整流电容滤波电路
及稳态时的波形分析

滤波电容C的选择与直流电压的估算

滤波电容C越大、负载电阻RL越大，输出电压越平滑。对于全波整流电路，实际电路中一般选择滤波电容的容量满足：

$$R_L C = (3 \sim 5) T / 2$$

电容器两端的电压可以按下式估算 $U_{o(AV)} \approx 1.2U_2$

负载开路时，电容器两端的电压可以按下式估算

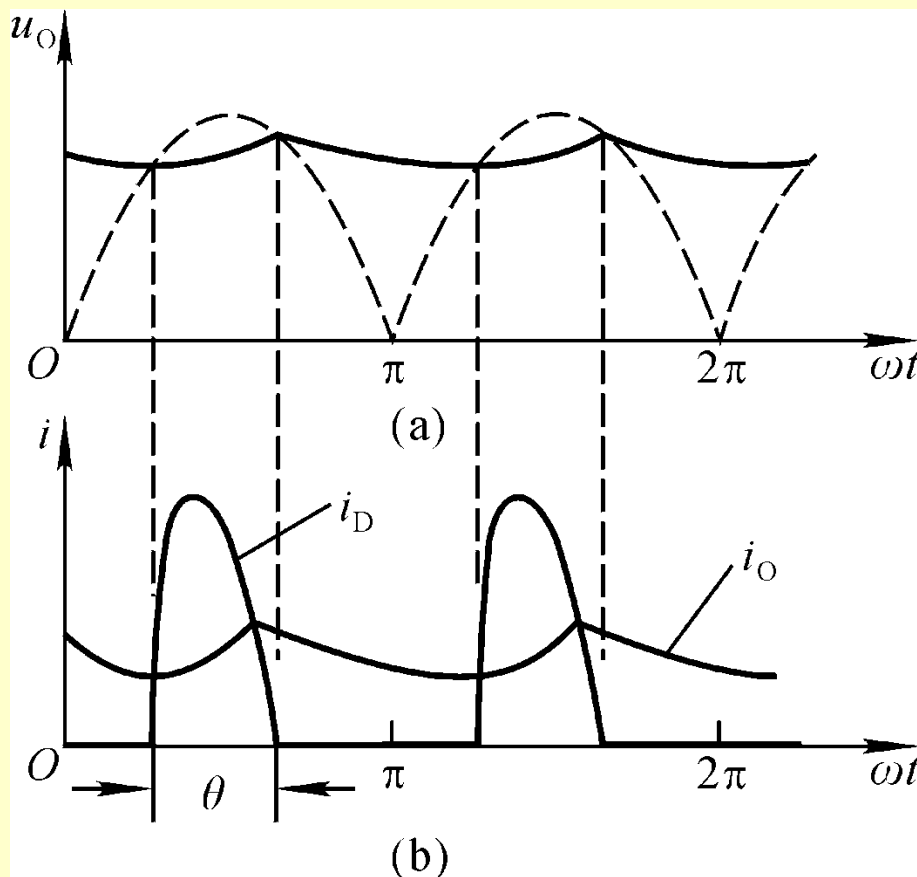
$$U_{o(AV)} \approx \sqrt{2}U_2$$

可以看到，接入电容滤波电路之后，使整流电路的输出电压升高，使波形脉动变小。

滤波电路对整流二极管导通角的影响

由于滤波电路的影响，使二极管的**导通角变小**，而电容滤波后输出平均电流增大，所以整流二极管在短暂的时间内将流过一个很大的冲击电流，这将对二极管的寿命不利，所以必须选用较大容量的整流二极管。通常选择二极管的最大整流电流

$$I_F > (2 \sim 3)I_{o(AV)}$$



电容滤波电路中二极管
的电流和导通角

(1) 整流的目的是 ____。

- A. 将交流变为直流
- B. 将高频变为低频
- C. 将正弦波变为方波

(2) 在单相桥式整流电路中，若有一只整流管接反，则 ____。

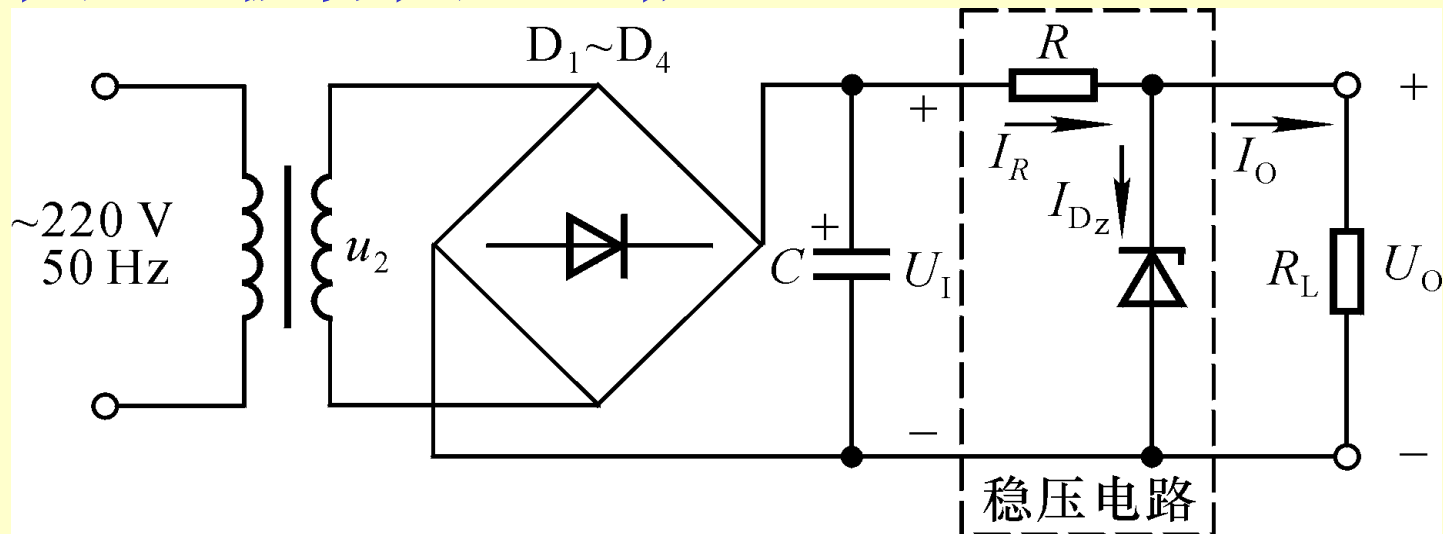
- A. 输出电压约为 $2U_d$
- B. 变为半波直流
- C. 整流管将因电流过大而烧坏

(3) 直流稳压电源中滤波电路的目的是 ____。

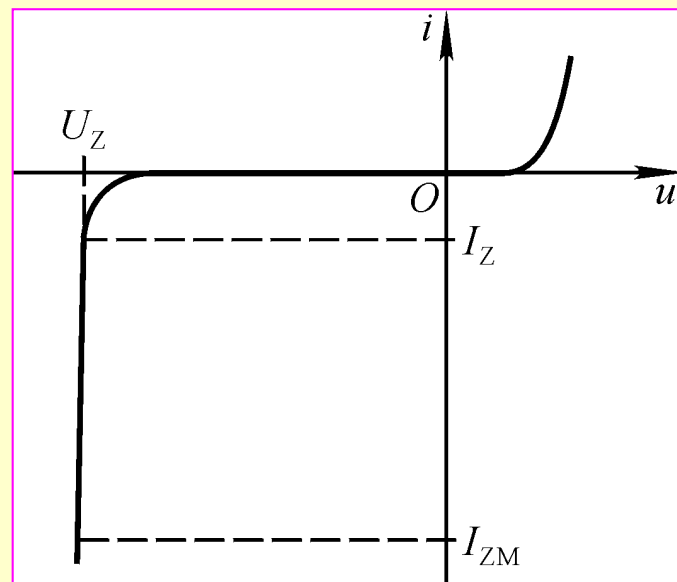
- A. 将交流变为直流
- B. 将高频变为低频
- C. 将交、直流混合量中的交流成分滤掉

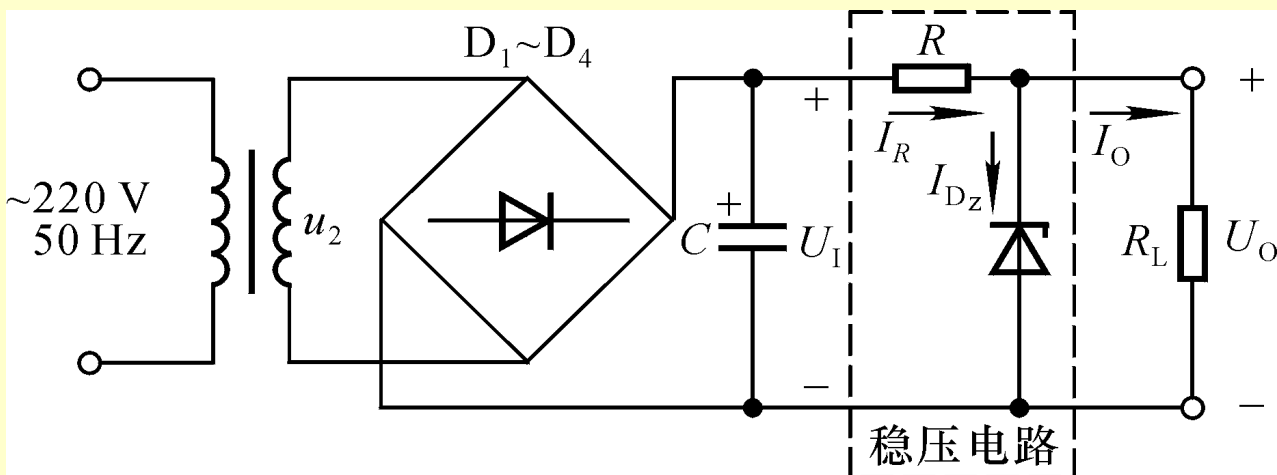
9.4 稳压电路

一、稳压二极管稳压电路



利用稳压二极管反向击穿后特性陡直的特点实现稳压，较大的电流变化，只会引起较小的电压变化。





稳压原理

电网电压波动时

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

负载变化时

$R_L \downarrow \rightarrow U_O (U_Z) \downarrow \rightarrow I_{D_Z} \downarrow \rightarrow I_R \downarrow \rightarrow \Delta I_{D_Z} \approx -\Delta I_L \rightarrow I_R \text{ 基本不变} \rightarrow U_O \text{ 基本不变}$
 $I_L \uparrow \rightarrow I_R \uparrow$