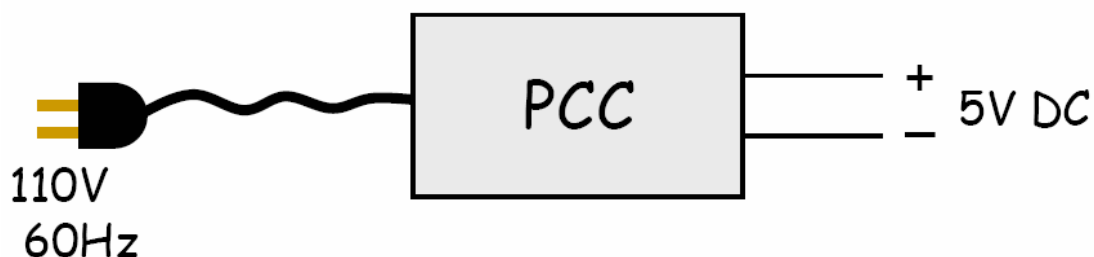


6.002

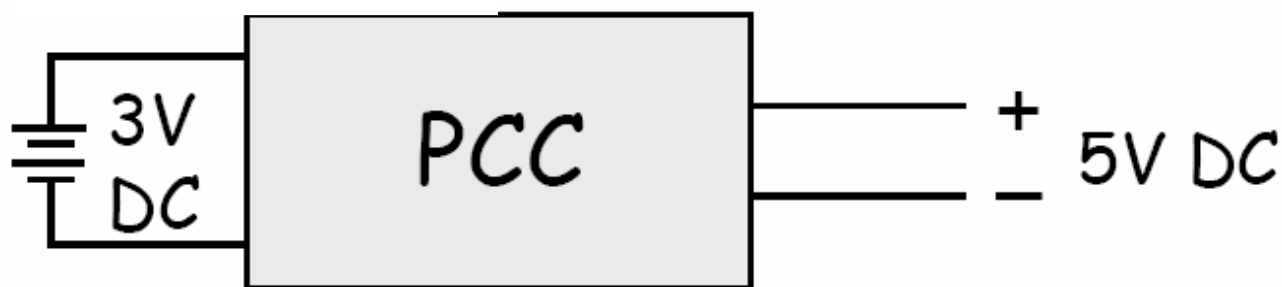
电路与
电子学

电源变换电路与二极管

电源变换电路 (pcc)



太阳能电池组



直—直升压变换器

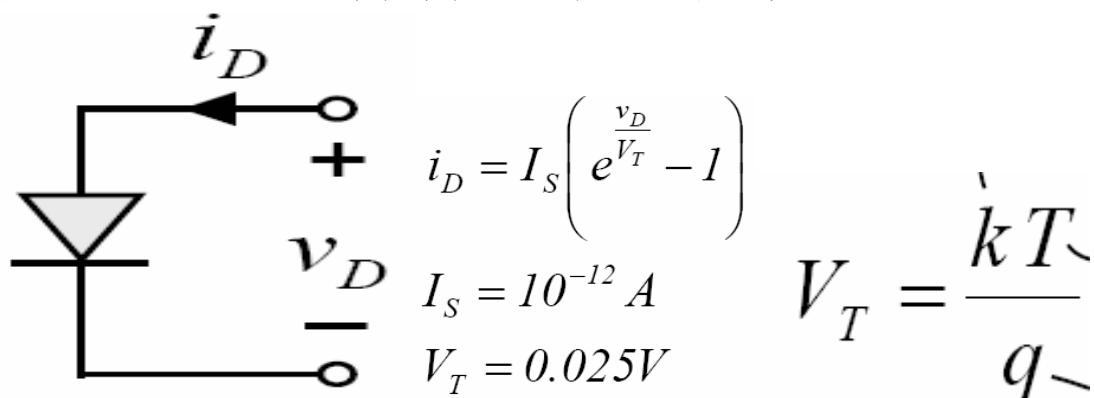
电能转换效率对于变换器来说是很重要的,所以采用许多的措施和策略:

MOSFET 开关, 钟控电路, 电感, 电容, 运算放大器, 二极管...



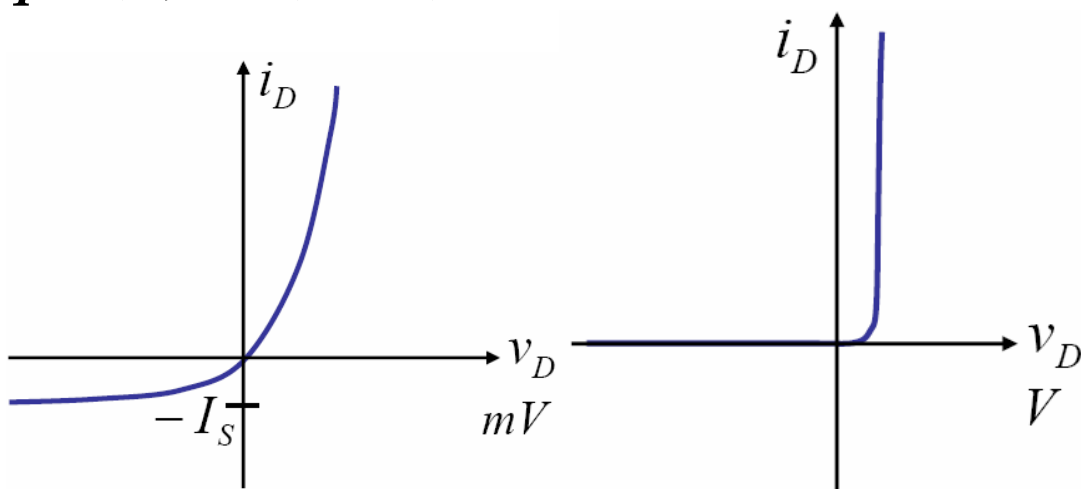
阅读: A 和 L 的 17 章

首先，我们看看这个二极管：



k : 玻尔兹曼常数 T : 温度 (单位: 开)

q : 单位电子电荷

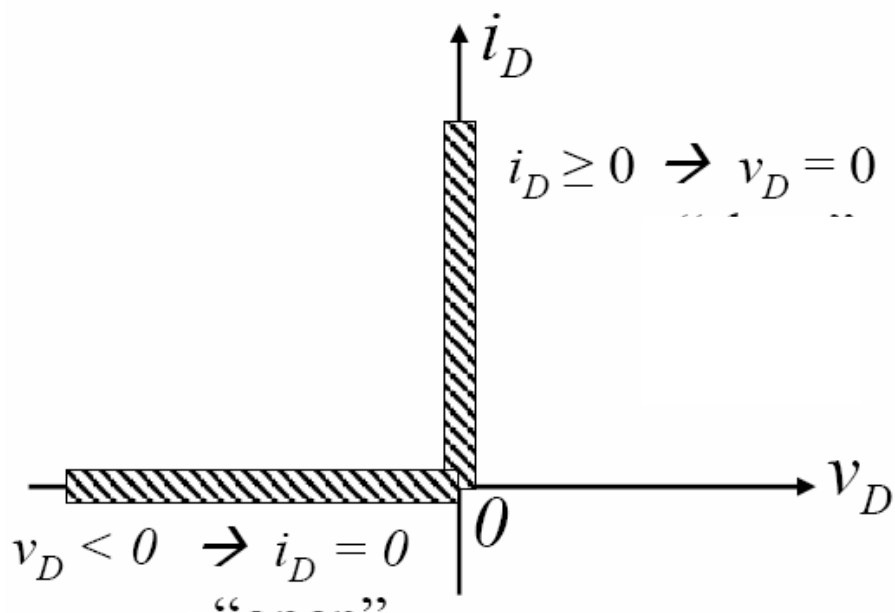


我们可以将这个指数函数模型与以前的分析方法联系起来：

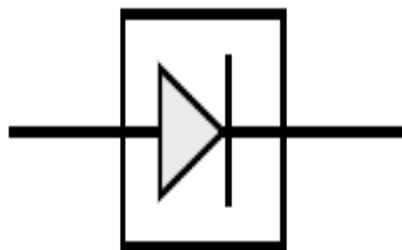
■ 数学分析法， ■ 图解法， ■ 增量法

另一种分析方法：分段线性分析法

分段线性分析法二极管模型：

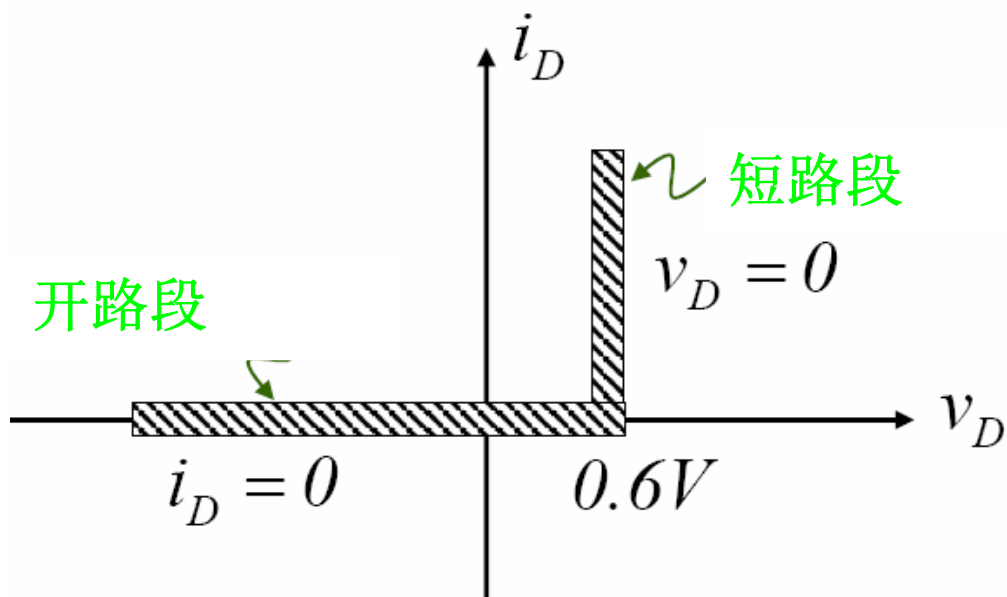
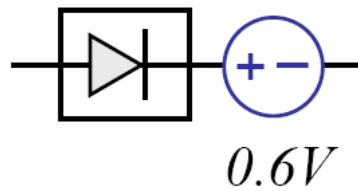


理想二极管模型：



另一种分析方法：分段线性分析法

实际二极管模型：有正向电压



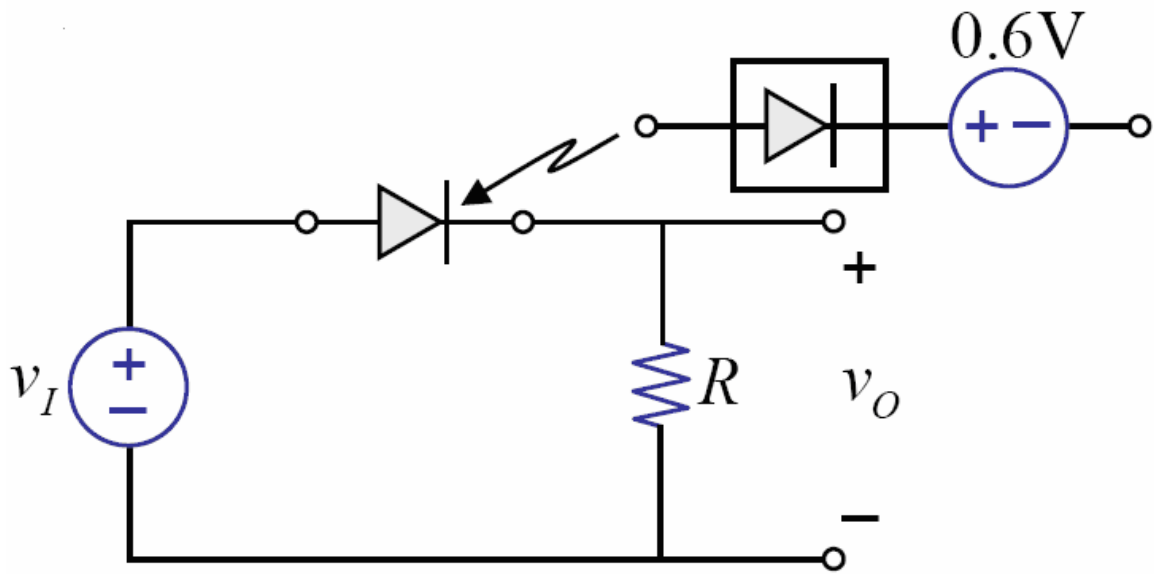
另一种分析方法：分段线性分析法

分段线性分析法：

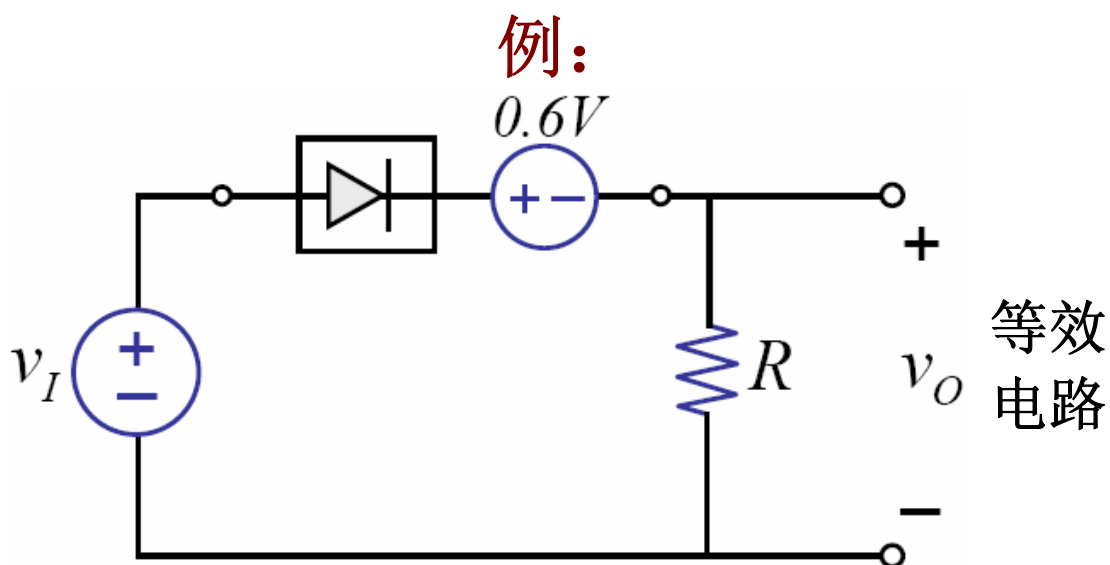
- 将非线性特性曲线用线性段代替。
- 在每个线性段内采用线性分析法。

例：

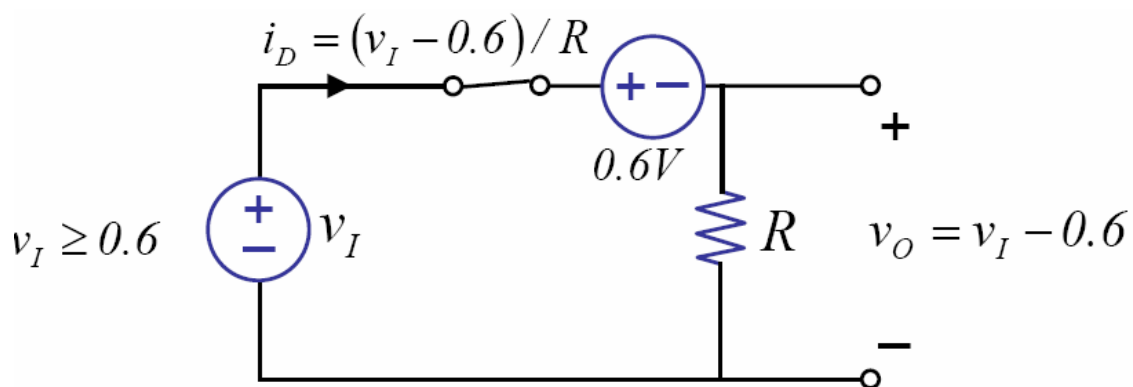
（我们建立一个交流—直流变换器）
认为：



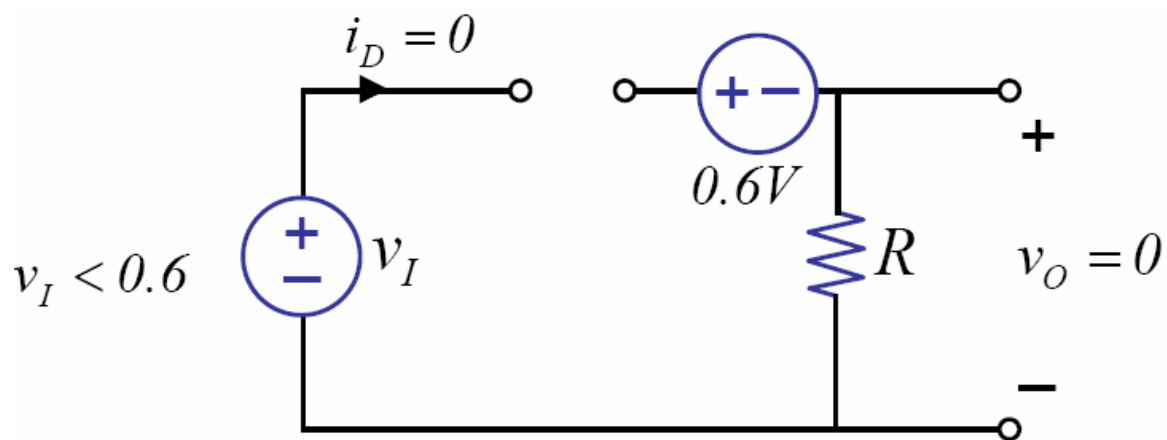
v_I 为正弦波



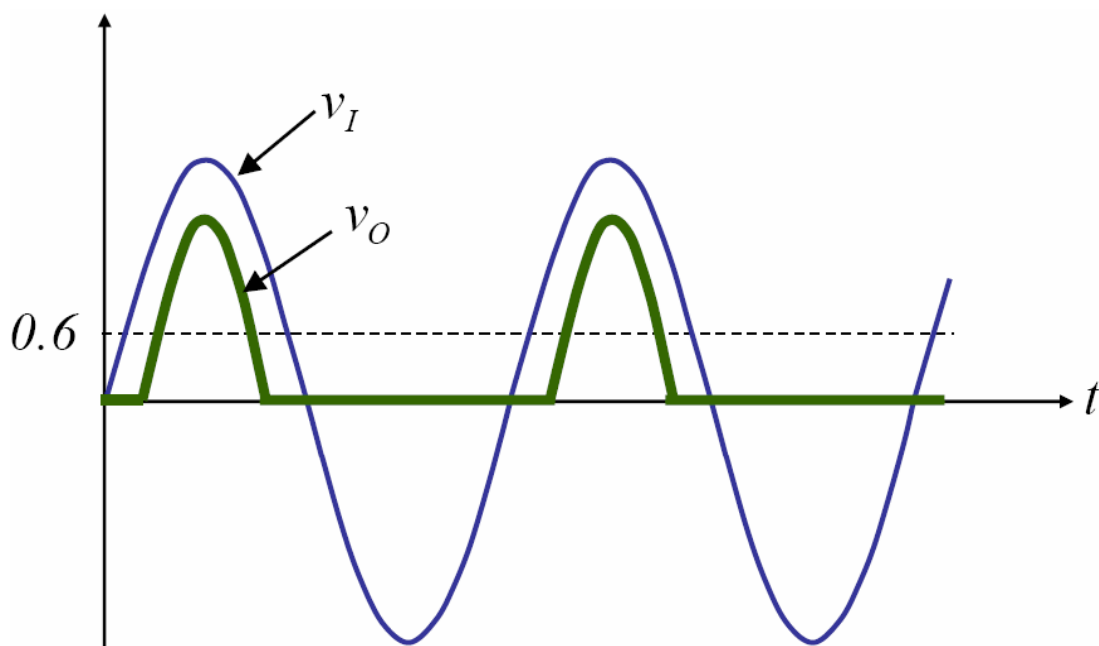
短路段：



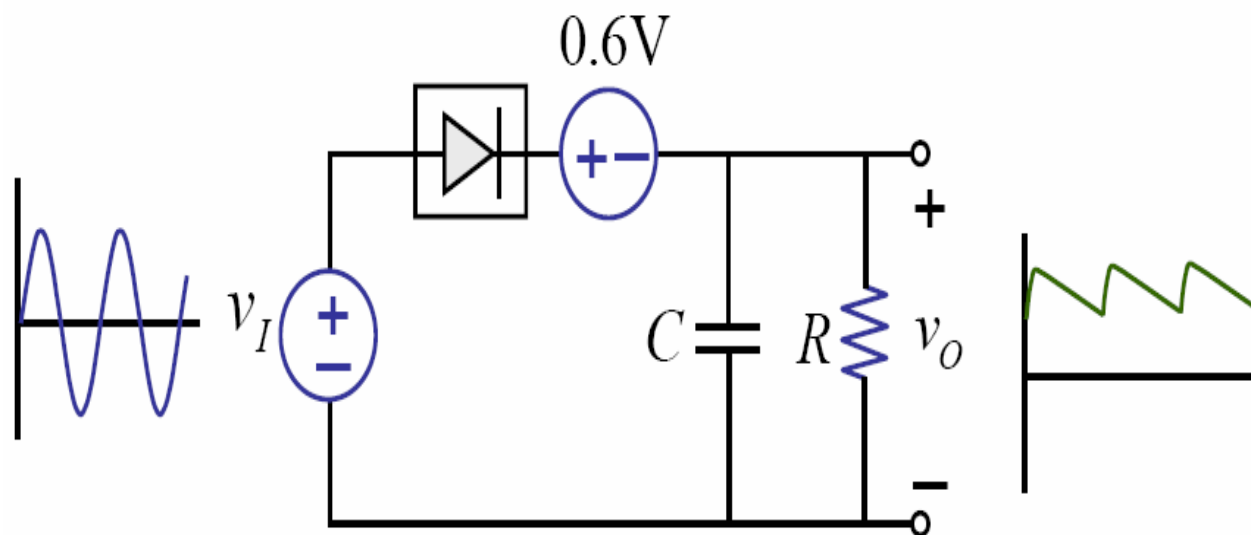
开路段：



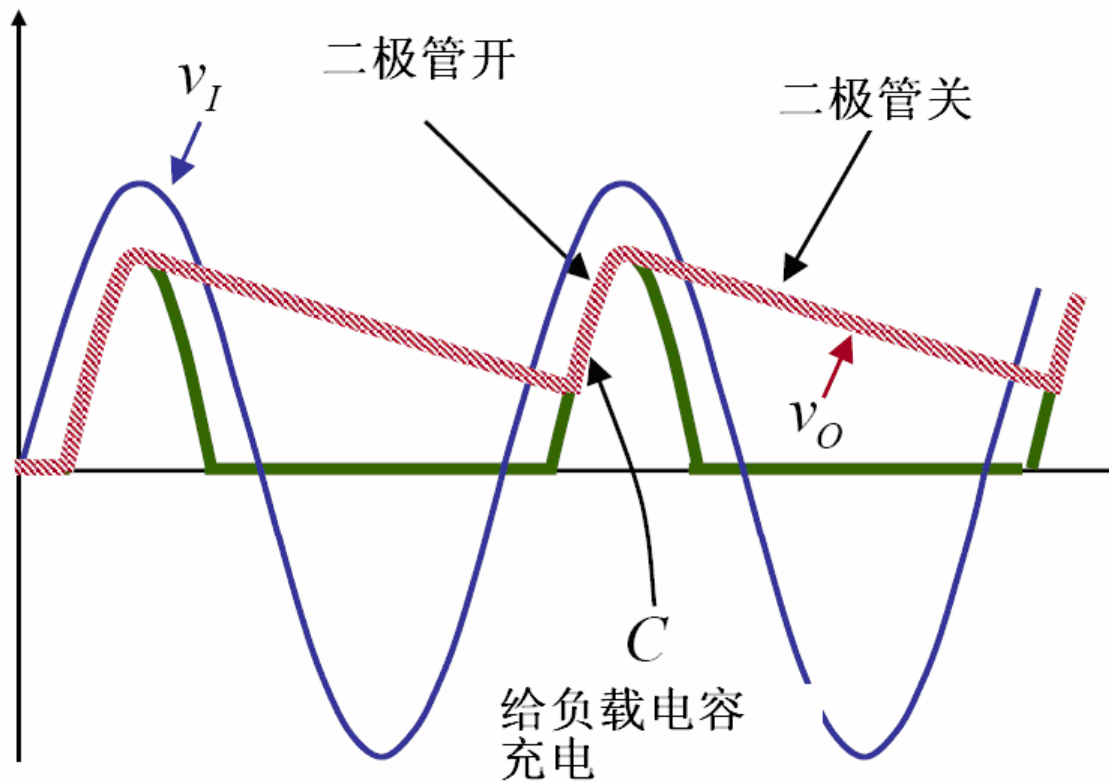
例：



现在我们看看一个半波整流器：



半波整流器

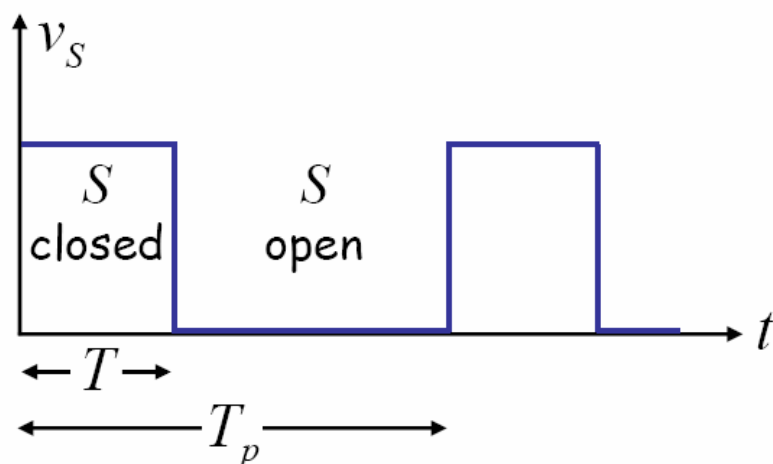
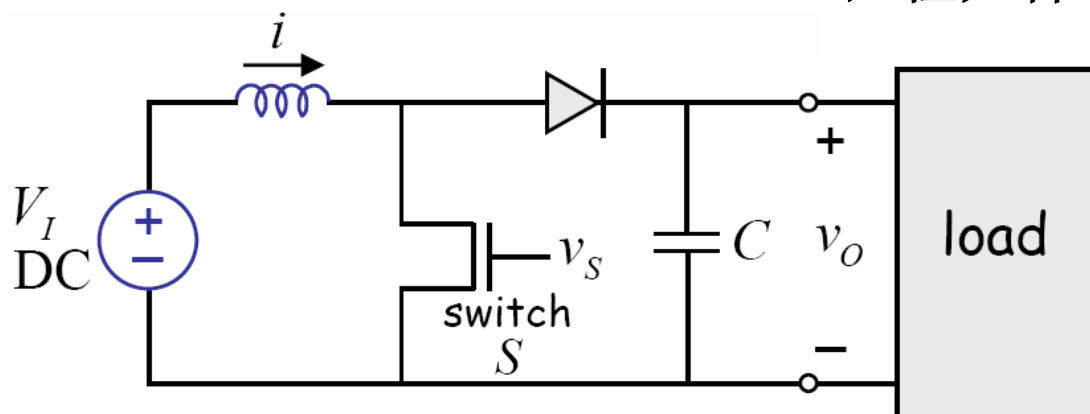


MIT 的电源在峰值处有失真



直一直升压变换器：

负载不用
阻性元件



本电路分为三段时序状态：

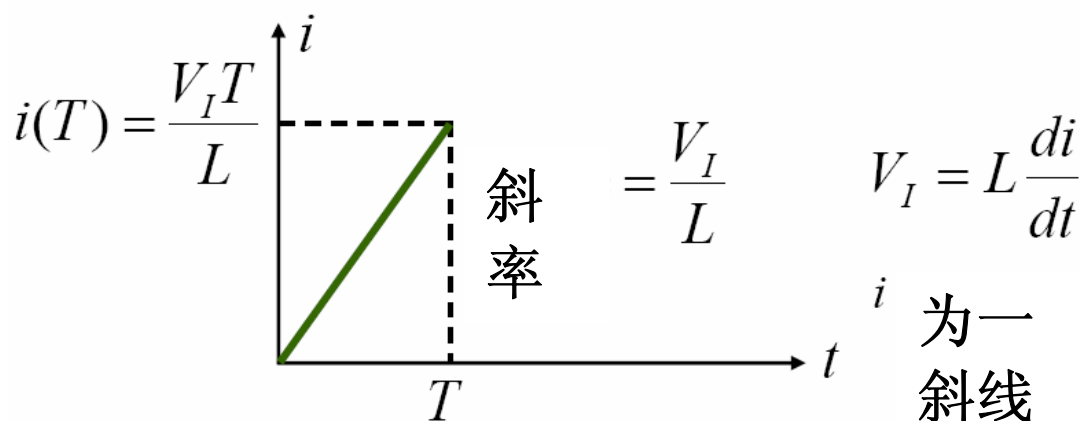
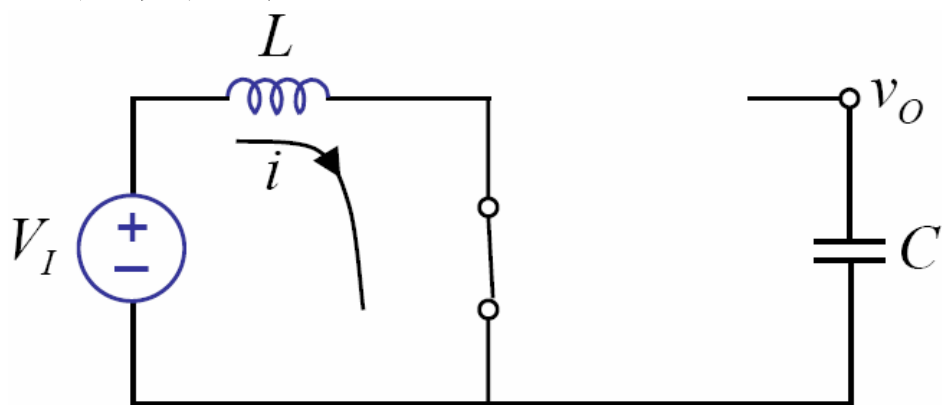
（I）开关 S 闭合，二极管关断，电流 i 线性增加；

（II）开关 S 关断，二极管导通，电容 C 开始充电， v_O 增加；

（III）开关 S 保持关断，二极管关断，电容 C 保持电压 v_O （对负载放电）。

细节分析:

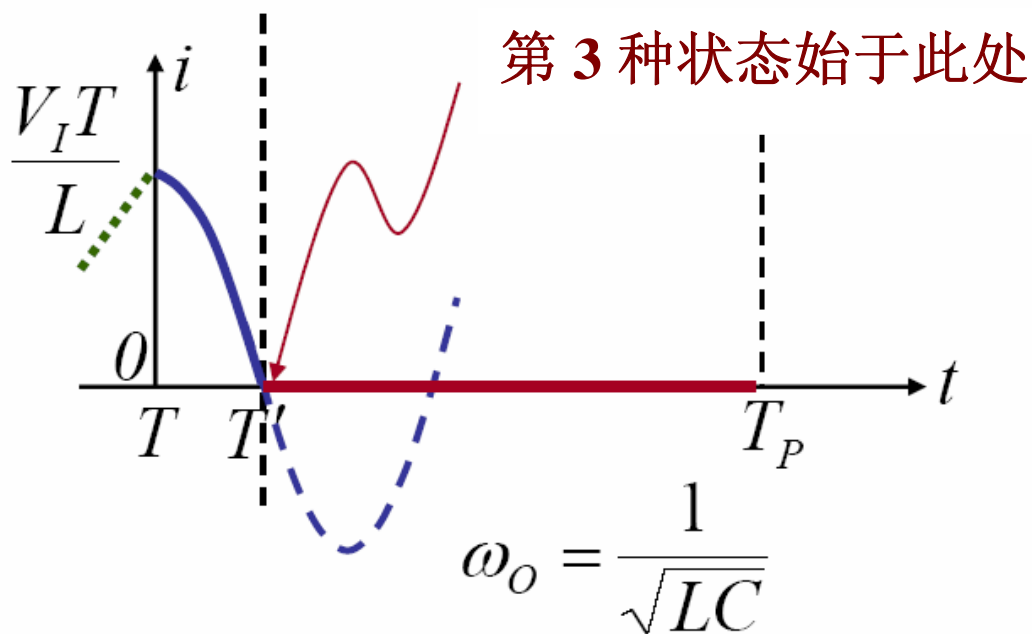
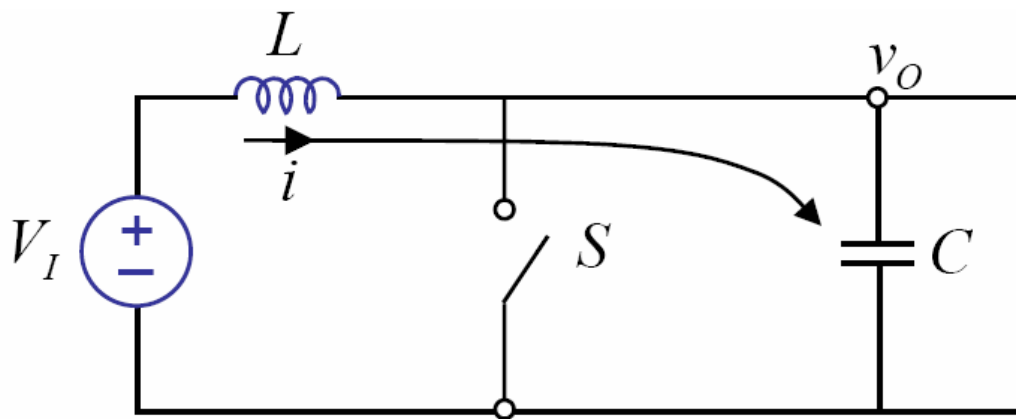
I 假设 $i(0) = 0$, $v_o(0) > 0$ 当 $t=0$ 时, S 导通, 二极管关断。



$$\Delta E = T \text{ 时刻储存的能量} = T : \frac{1}{2} L i(T)^2$$

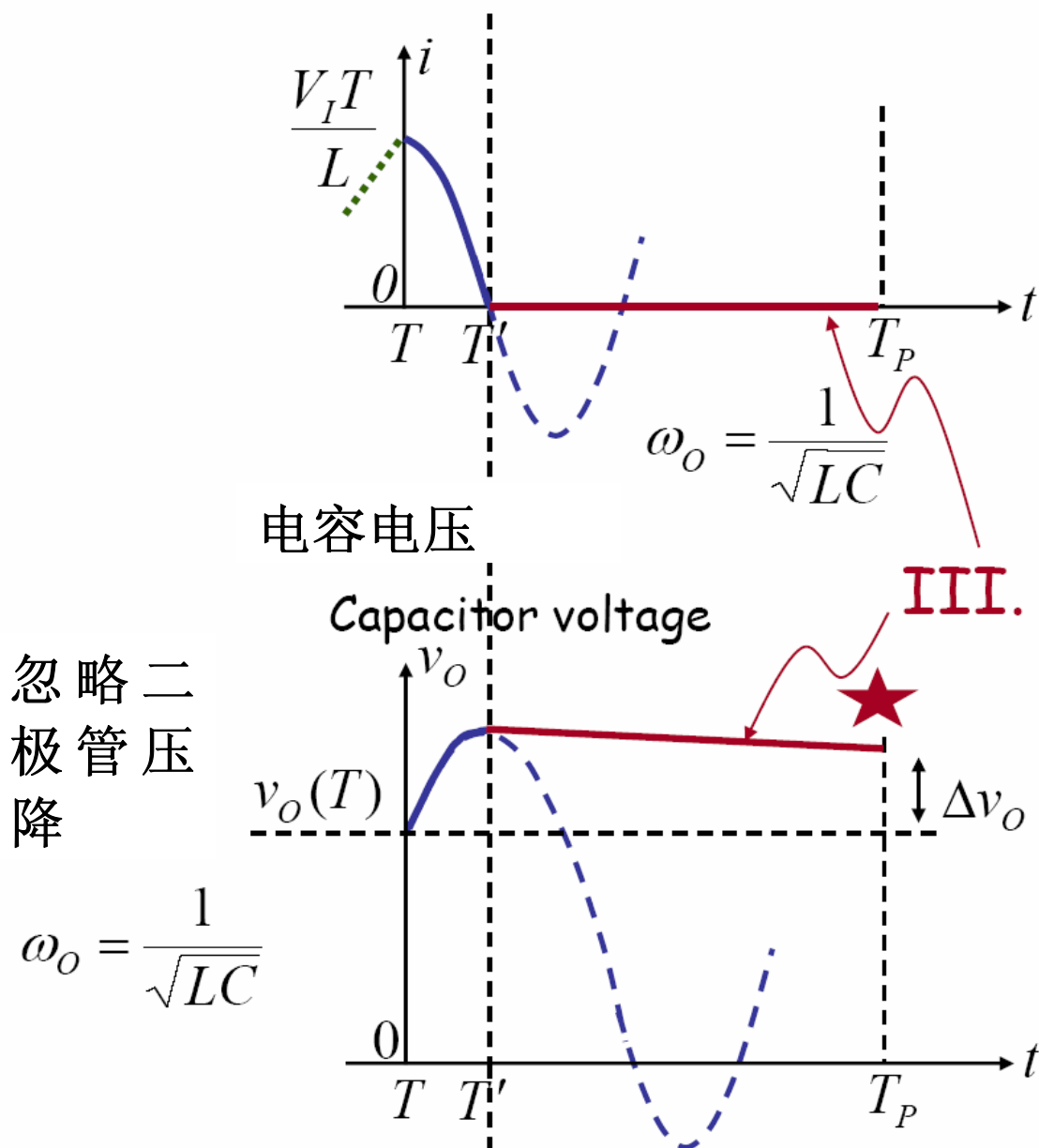
$$\Delta E = \frac{V_I^2 T^2}{2L}$$

II $t=T$ 时 S 关断，二极管导通（忽略二极管压降）



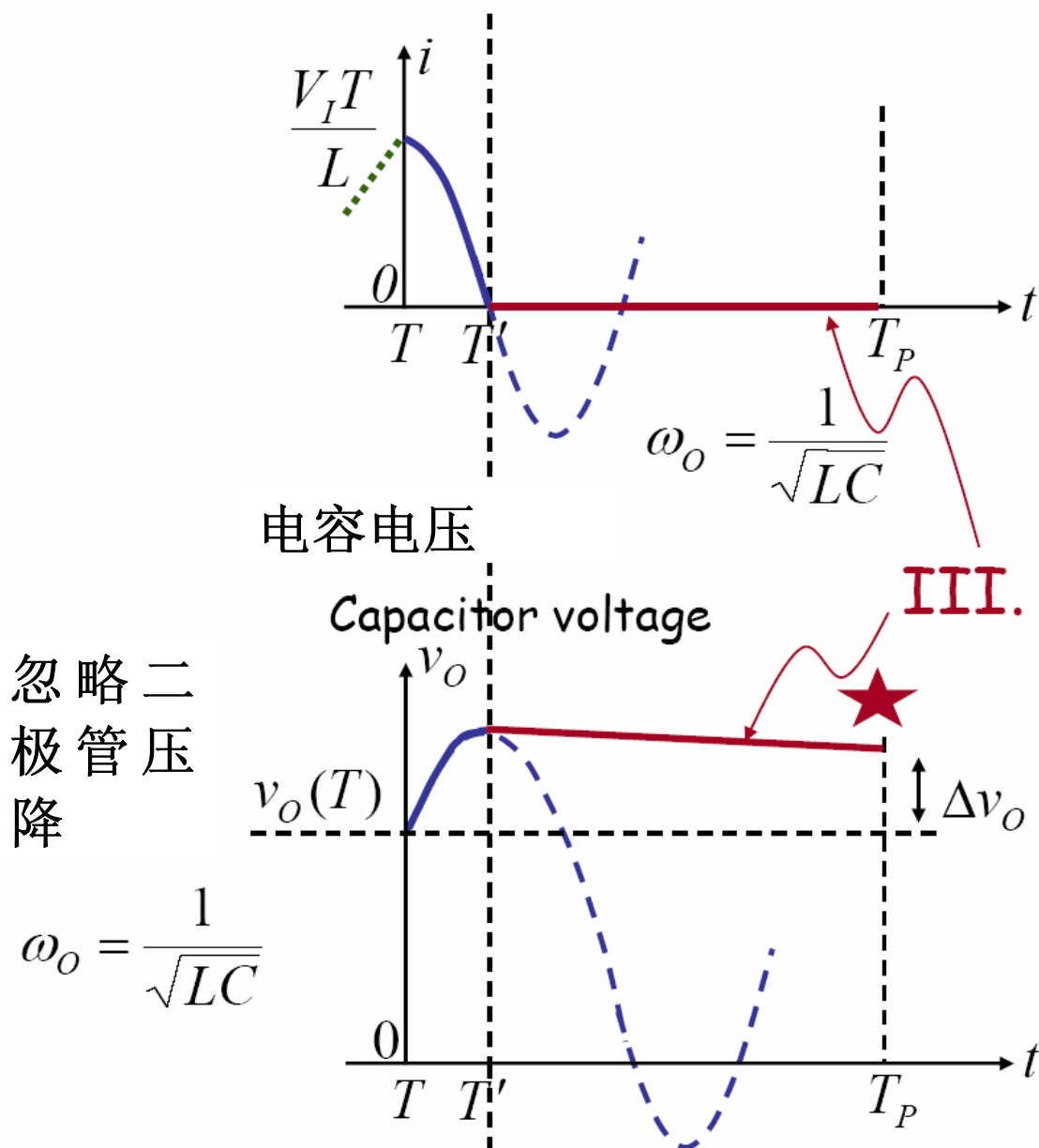
在 T' 时刻 i 极性反向时二极管关闭。

II $t=T$ 时 S 关断，二极管导通
我们看看电压变化情况：



T' 时刻 I 极性反向时二极管关闭。

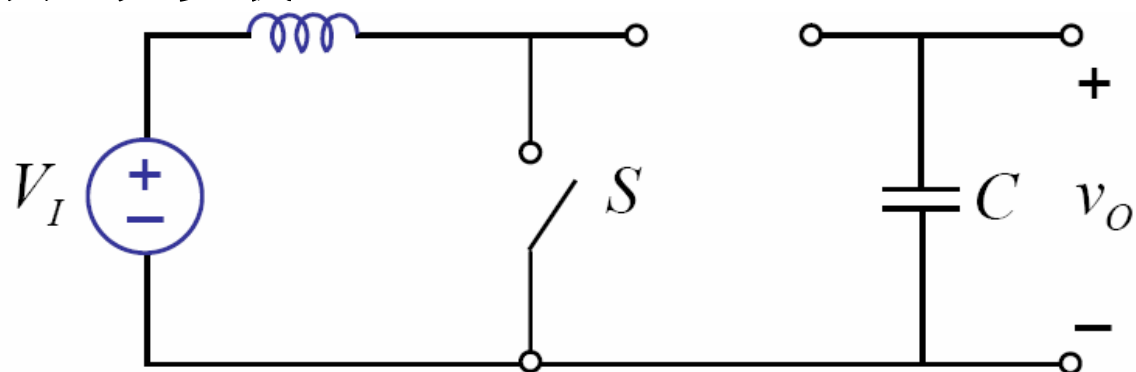
II $t=T$ 时 S 关断，二极管导通
我们看看电压变化情况：



T' 时刻 I 极性反向时二极管关闭。

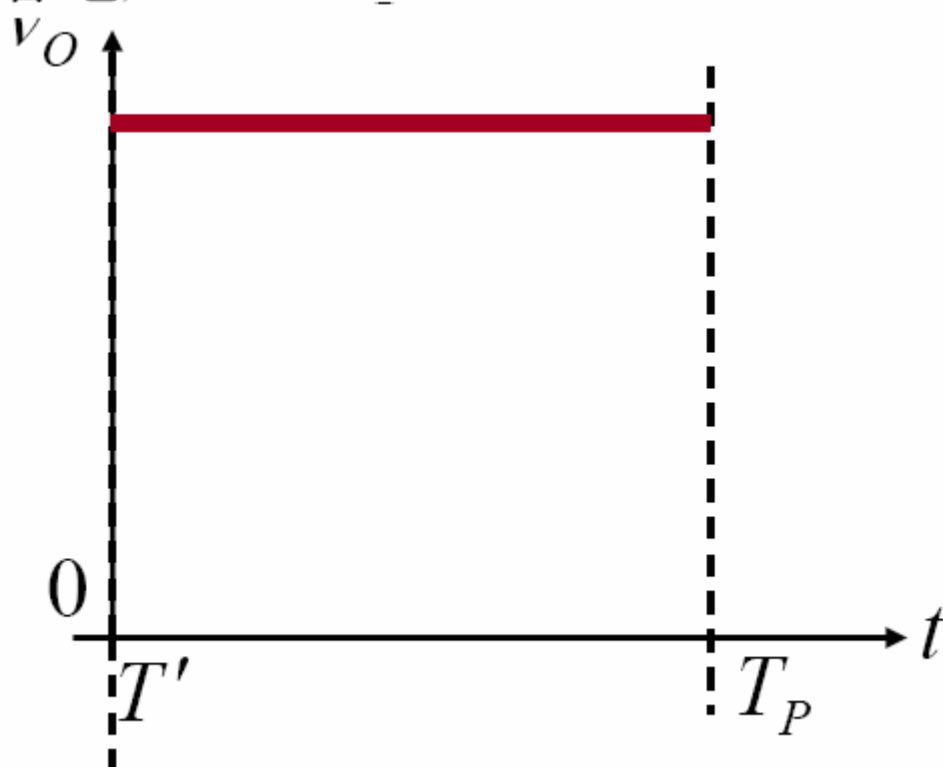
III S 关断，二极管关断。

例：无负载



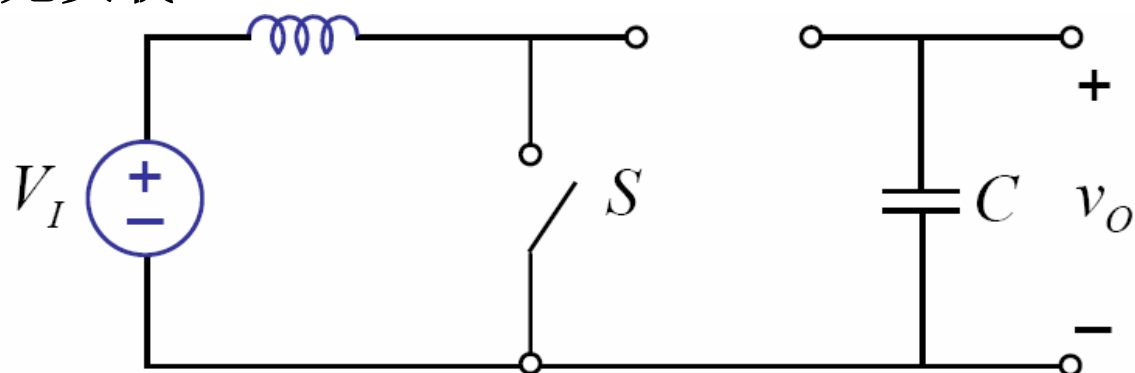
T' 时刻后 C 保持电压 v_o , i 为 0

电容电压



III S 关断，二极管关断。

无负载

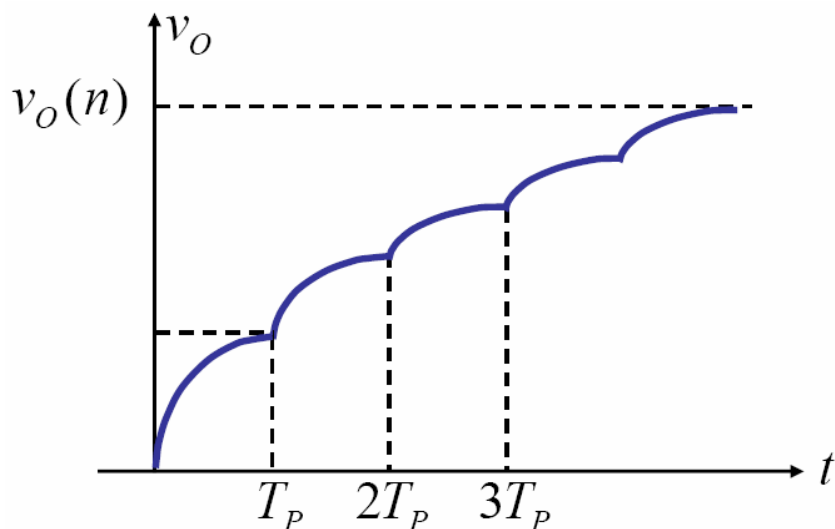


T' 时刻后 C 保持电压 v_O ， i 为 0

直到 T_P 时刻，开关 S 导通，

如此循环下去， I II III I II III ...

这样，在无负载的情况下， v_O 在每个循环周期都会增加，



那么， n 个循环之后 $v_o \rightarrow v_o(n)$?

根据能量的论点... (K V L 定律), 每个周期电容中储存的能量为 ΔE

$$\Delta E = \frac{1}{2} \frac{V_I^2 T^2}{L} \quad \left\{ \begin{array}{l} \Delta E = \frac{1}{2} L i(t=T)^2 \\ = \frac{1}{2} L \left(\frac{V_I T}{L} \right)^2 \end{array} \right.$$

那么 N 个周期之后, 电容中的能量为:

$$n\Delta E = \frac{n V_I^2 T^2}{2L}$$

由: $n\Delta E = \frac{1}{2} C v_o(n)^2$

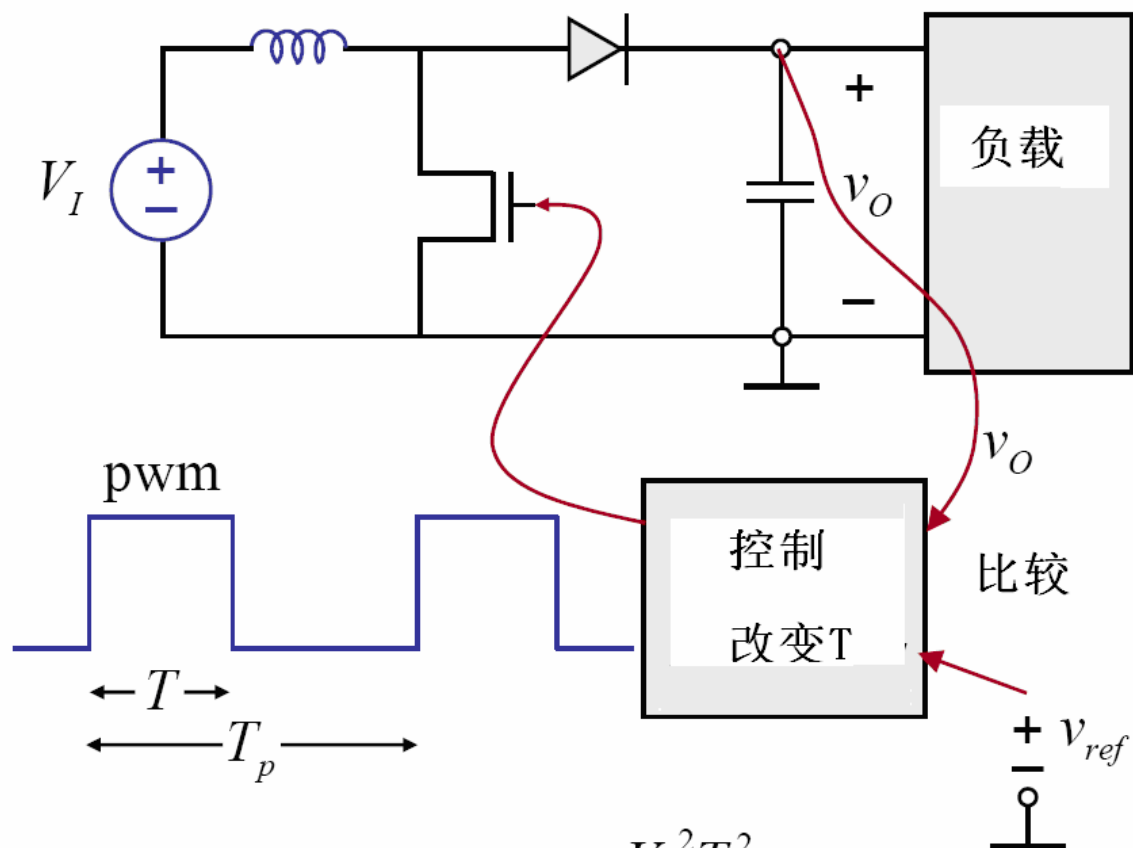
所以: $\frac{1}{2} C v_o^2(n) = \frac{n V_I^2 T^2}{2L}$

或

$$v_o(n) = \sqrt{\frac{n V_I^2 T^2}{LC}} \quad \left\{ \omega_o = \frac{1}{\sqrt{LC}} \right.$$

$$v_o(n) = V_I T \omega_o \sqrt{n}$$

如何保持 v_o 为一给定值？



$$\text{回想 } \Delta E = \frac{V_I^2 T^2}{2L}$$

负反馈的另一个例子：

如果： $(v_o - v_{ref}) \uparrow$ ，那么 $T \downarrow$

如果： $(v_o - v_{ref}) \downarrow$ ，那么 $T \uparrow$