

四、二極體應用電路

4.1 整流器

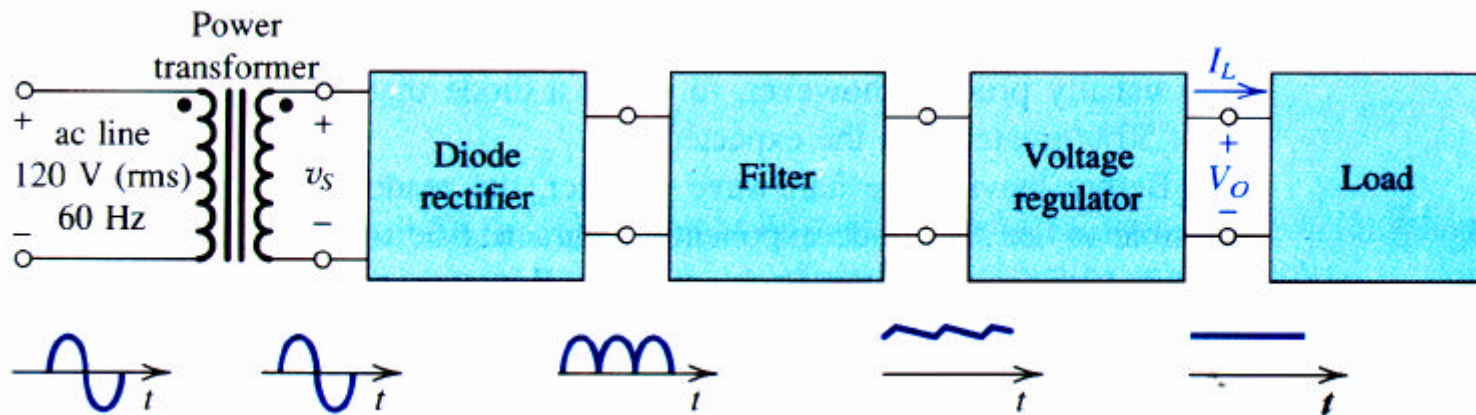
4.2 截波器與嵌位器

4.3 有二極體的運算放大器電路

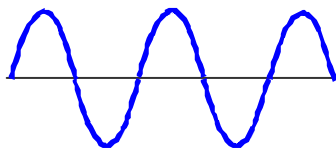
整流器

二極體的整流特性除了可以用來做AM訊號的檢波器外，還大量的用在AC到DC電訊號的轉換，特別是AC電源到DC電源的轉換。

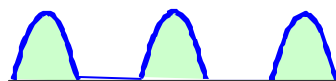
下圖是一個以AC電源做能量來源的DC電源（電壓源）供應器的方塊圖



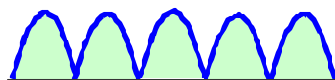
輸入整流器的波形



半波整流器的輸出波形



全波整流器的輸出波形

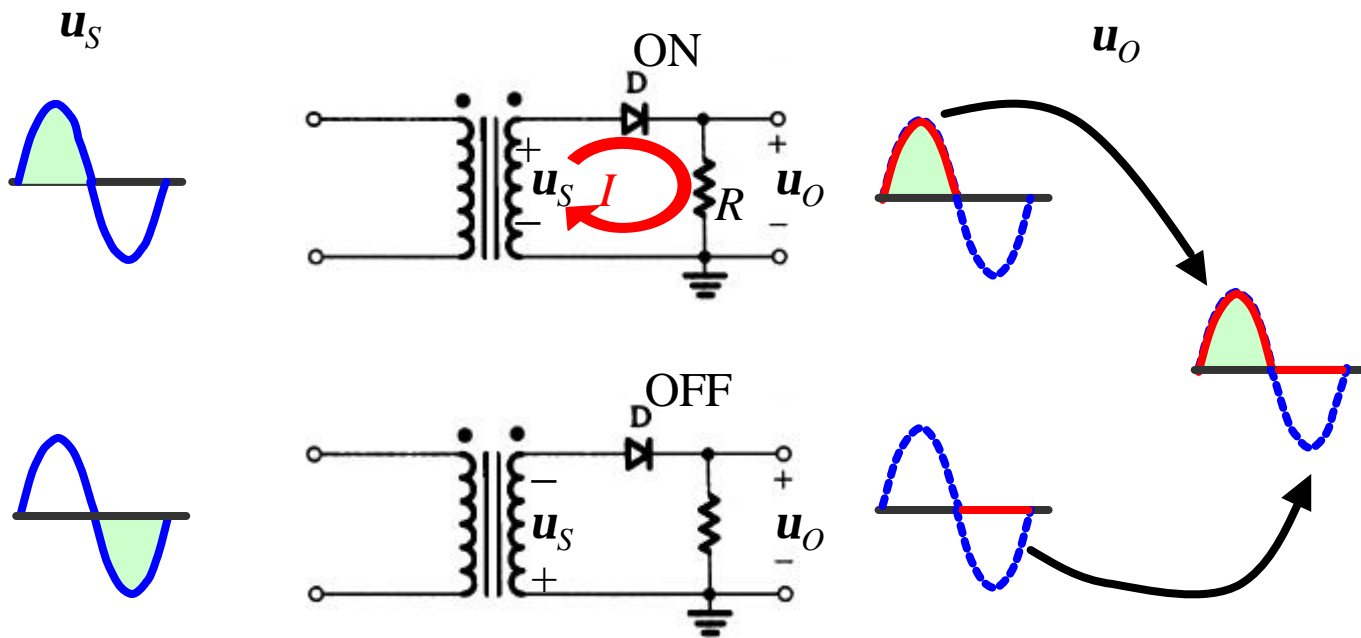


我們先就整流器部分討論，在考慮加上濾波部分的行為。

整流器一般分為半波整流與全波整流。

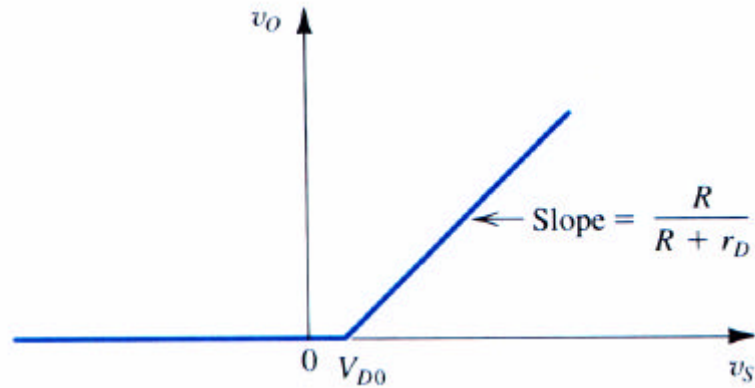
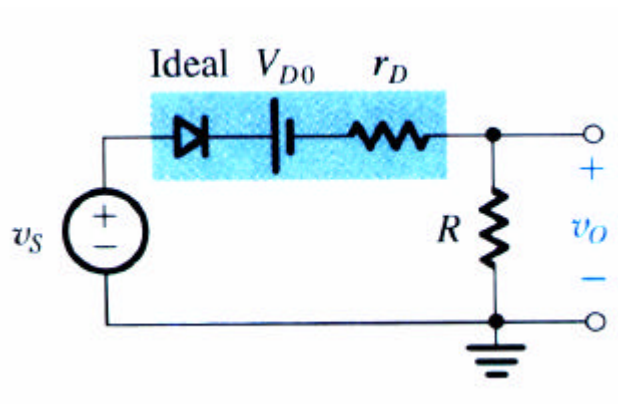
半波整流器

半波整流器只用到一個二極體，他只有半週期導通。

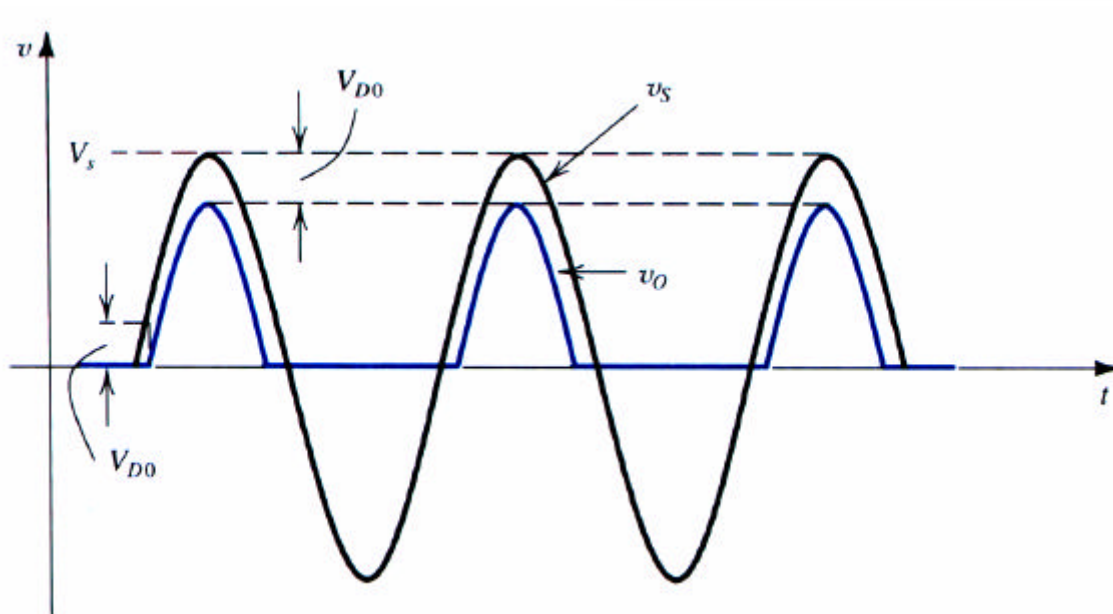


操作原理圖示

半波整流器的等效電路與輸入輸出特性



1



選擇整流用二極體的重要參數：


1. 最大瞬時通過電流
2. 最大平均電流（消耗功率）
3. 最大瞬時逆向偏壓(peak inverse voltage, PIV)

前1,2兩項和負載 R 有關，PIV對半波整流器而言為 V_s （交流訊號的振幅）。

例如1N4004

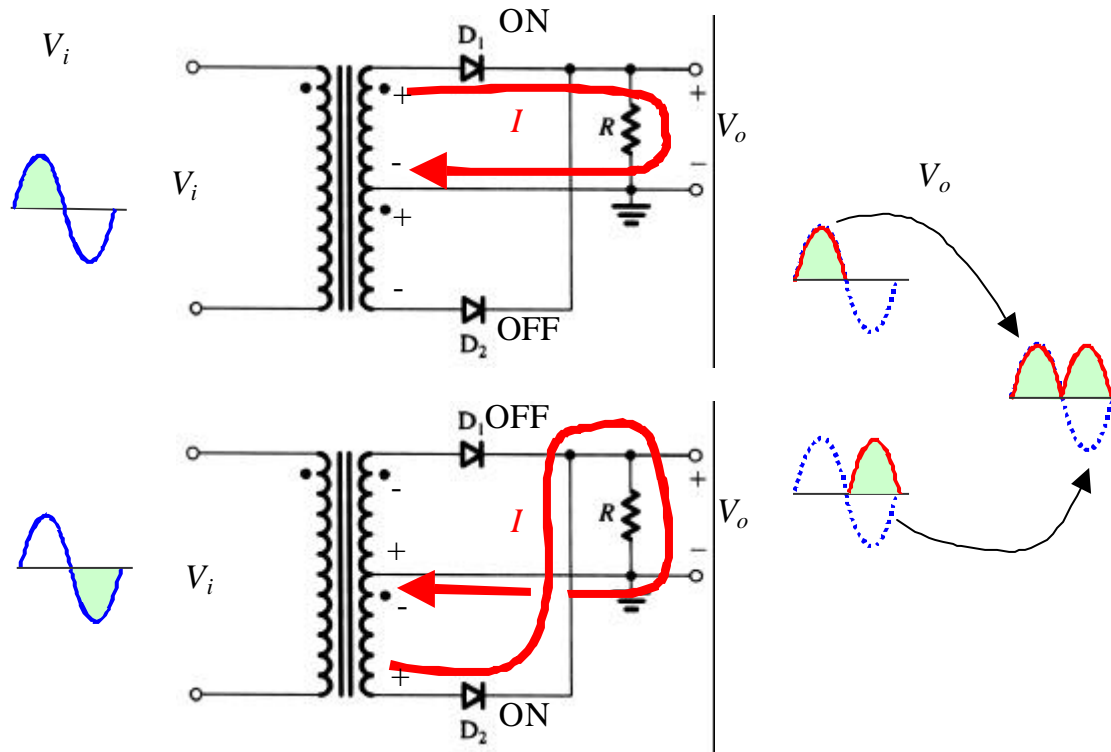
●Absolute maximum ratings ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Parameter	Symbol	Limits	Unit
Absolute peak reverse voltage	V_{RSM}	500	V
Peak reverse voltage	V_{RM}	400	V
Mean rectifying current ($T_a=50^\circ\text{C}$)	I_o	1.0	A
Peak forward surge current*	I_{FSM}	30	A
Junction temperature	T_j	175	$^\circ\text{C}$
Storage temperature	T_{stg}	$-65\sim+175$	$^\circ\text{C}$

* 60Hz, 1 

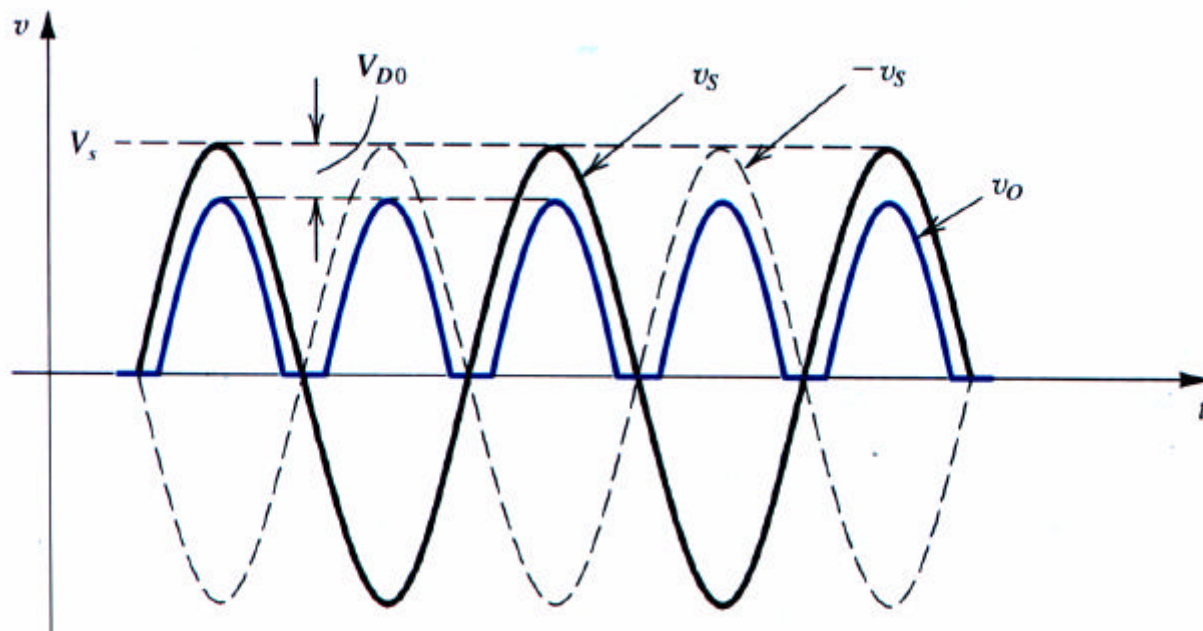
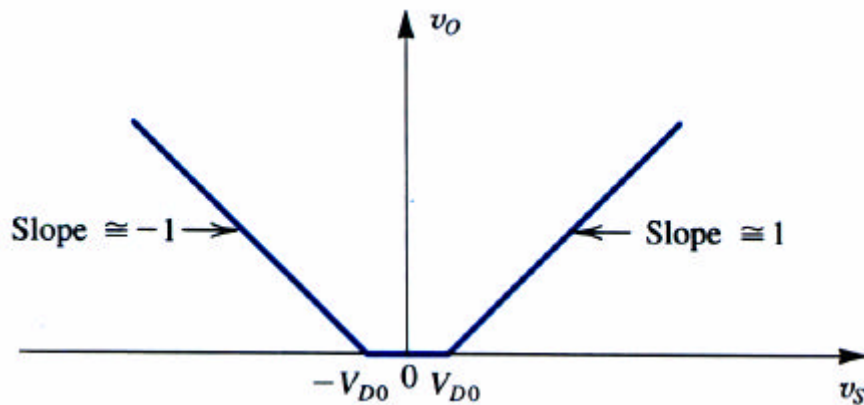
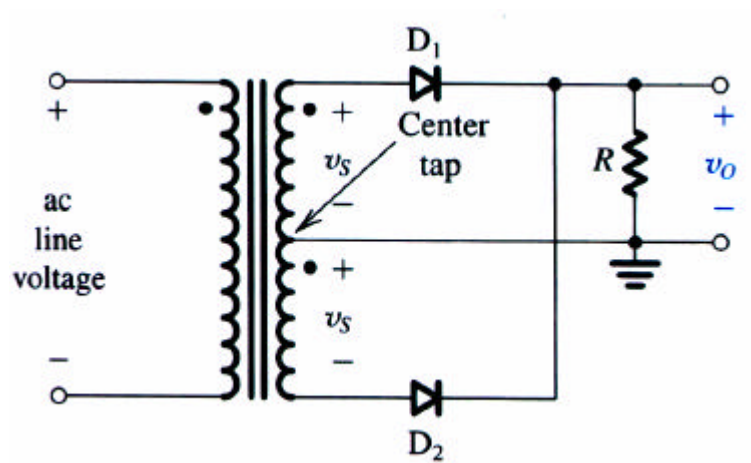
全波整流器

半波整流器有半週期是不導通的，全波整流器則利用另一路徑將不導通的半週期也導通，而且在負載的電流方向和另一半週期相同。全波整流器的電路一般有兩種，一種是利用輸出線圈中點有接線的變壓器(center-tapped transformer, 簡寫為CT transformer)，另一種是利用橋式整流電路(bridge rectifier)。



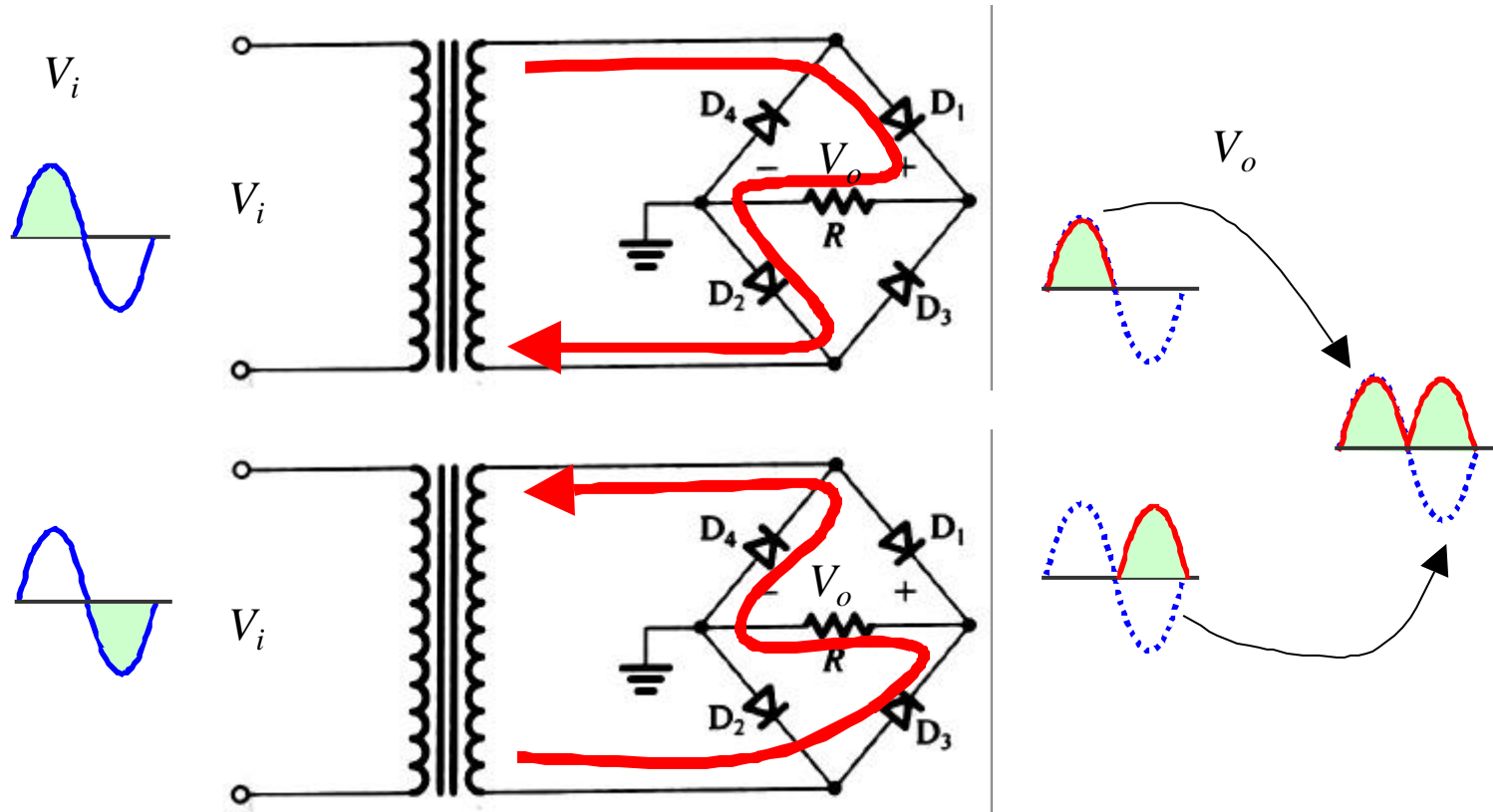
利用CT變壓器的
全波整流器操作
原理圖示

利用CT變壓器的全波整流器輸入輸出特性

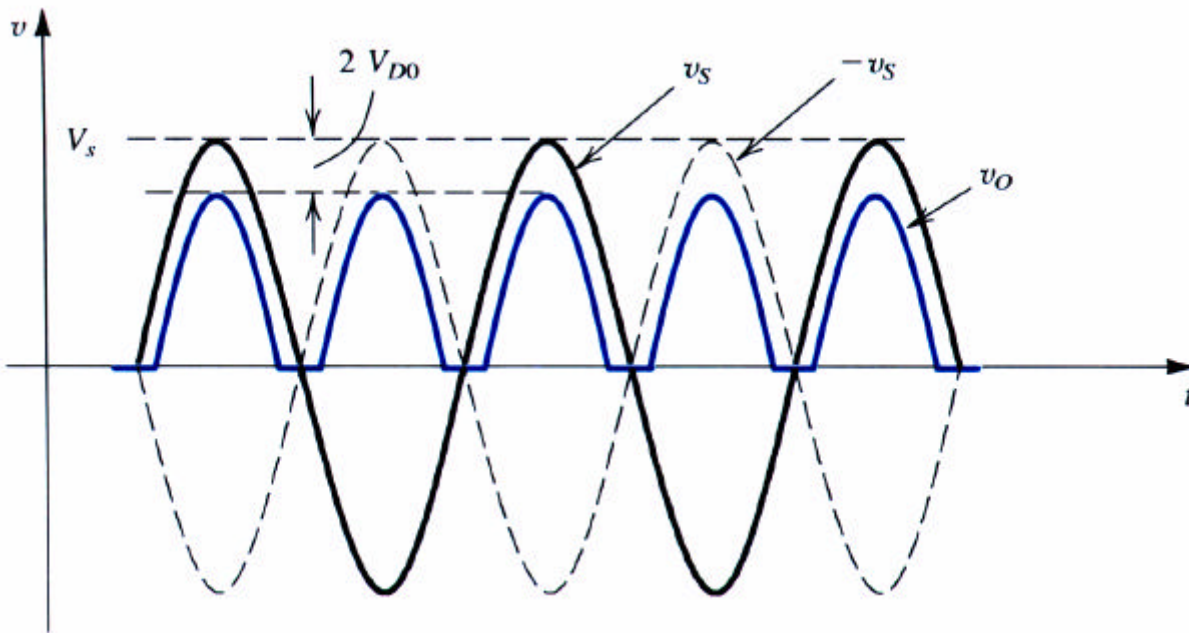
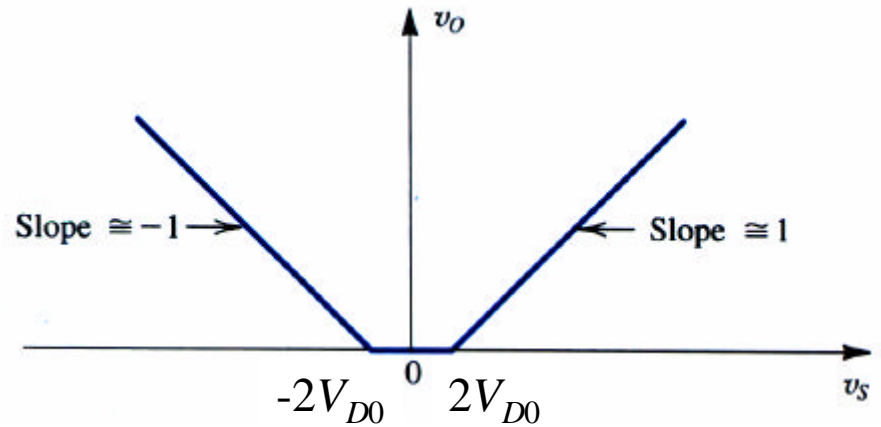
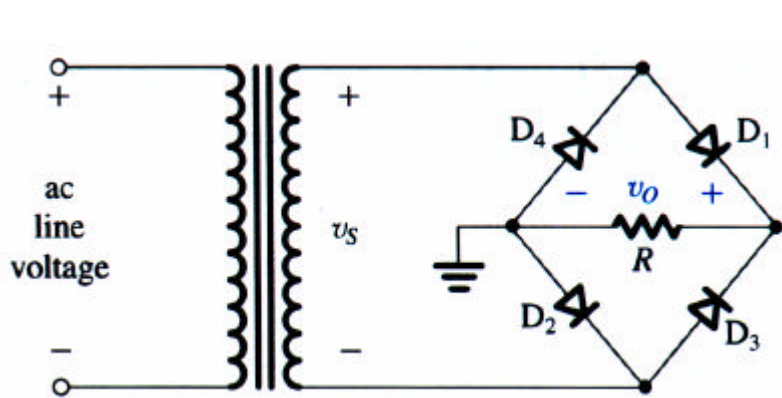


$$PIV = 2V_s - V_{D0}$$

橋式整流器(bridge rectifier)的操作原理圖示



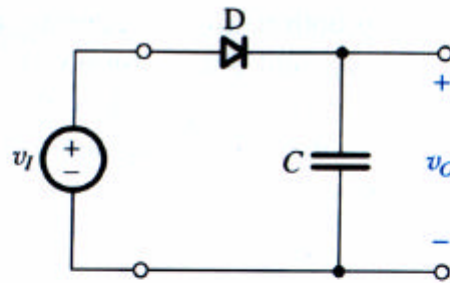
橋式整流器的輸入輸出特性



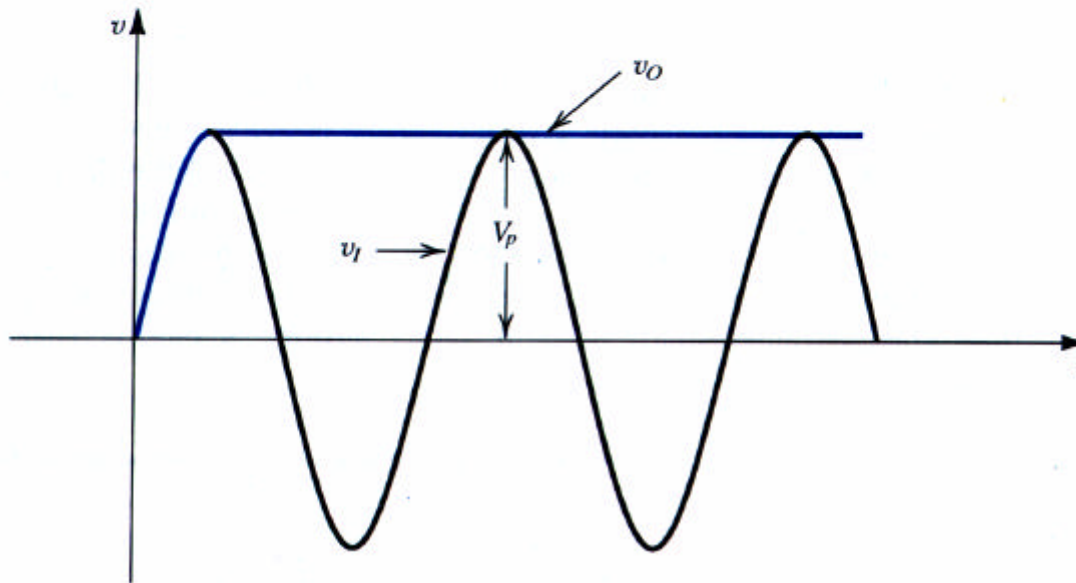
$$PIV = V_s - V_{D0}$$

濾波電容與負載的影響

加上濾波電容的效應---peak detector



這裡假設二極體D是理想的，即不考慮導通時之電位降及逆向的漏電流。

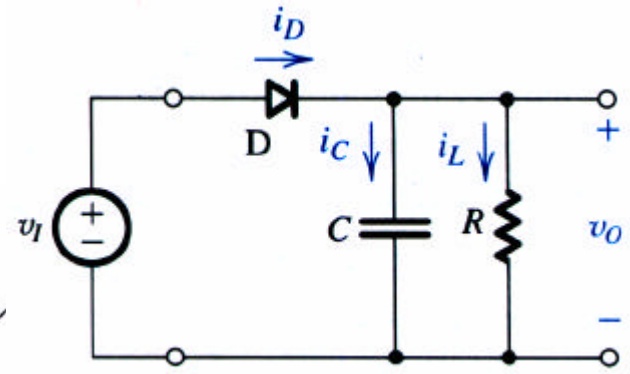
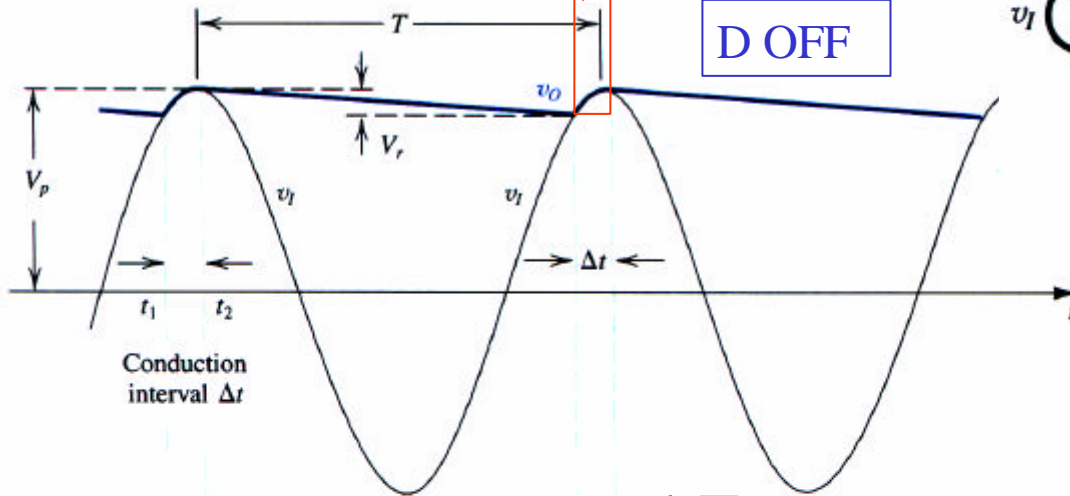


再考慮有負載的情形

D ON 充電

放電

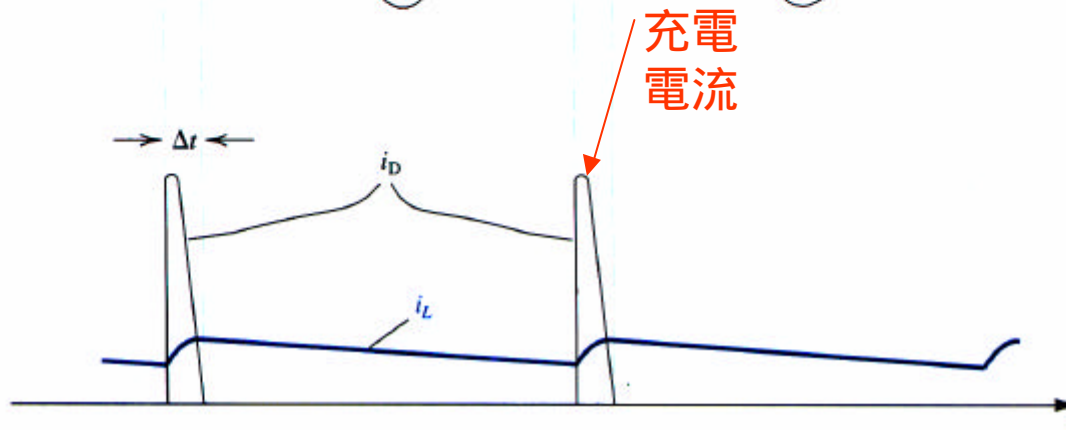
D OFF



只有在 $u_I > u_O$ 時，D 才會 ON。這裡假設 D 是理想二極體。

左圖是 $RC \gg T$ 的情形

V_r 是 peak-to-peak ripple voltage (漣波電壓)，負載電流愈大， V_r 愈大。



計算 V_r 很小時通過二極體之平均電流及最大電流

平均負載電流 $I_L = \frac{u_o}{R} \approx \frac{V_o}{R} \approx \frac{V_p - 0.5V_r}{R} \approx \frac{V_p}{R}$

當D off時, $u_o = V_p e^{-t/RC}$

放電結束時 $V_p - V_r \approx V_p e^{-T/RC} \approx V_p \left(1 - \frac{T}{RC}\right)$

$V_r \approx V_p \frac{T}{RC}$ $CR \gg T$

$V_r \approx \frac{V_p}{fRC}$

半波整流

假設D ON的時間很短, 即 $\Delta t \ll T$

$V_p \cos(\omega \Delta t) = V_p - V_r \approx V_p \left(1 - \frac{1}{2}(\omega \Delta t)^2\right)$

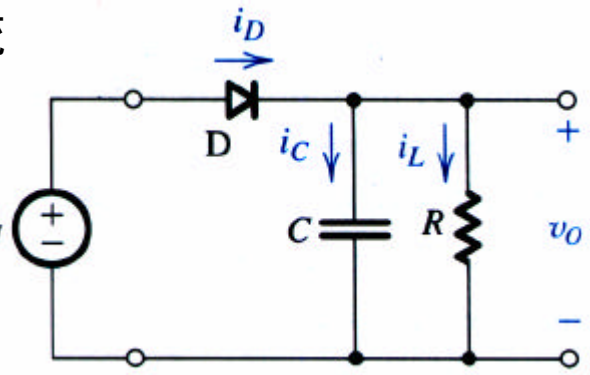
$\omega \Delta t \approx \sqrt{2V_r / V_p}$ $\omega \Delta t \ll 1$

$Q_{\text{supplied}} = i_{\text{Cav}} \Delta t = Q_{\text{lost}} = CV_r$

$i_{\text{Cav}} = \frac{CV_r}{\Delta t} = \frac{CV_r 2pf}{\sqrt{2V_r / V_p}} = \frac{V_p}{R} \left(p \sqrt{2V_p / V_r}\right)$

$i_{\text{Dav}} = \frac{V_p}{R} \left(1 + p \sqrt{2V_p / V_r}\right)$

平均二極體電流



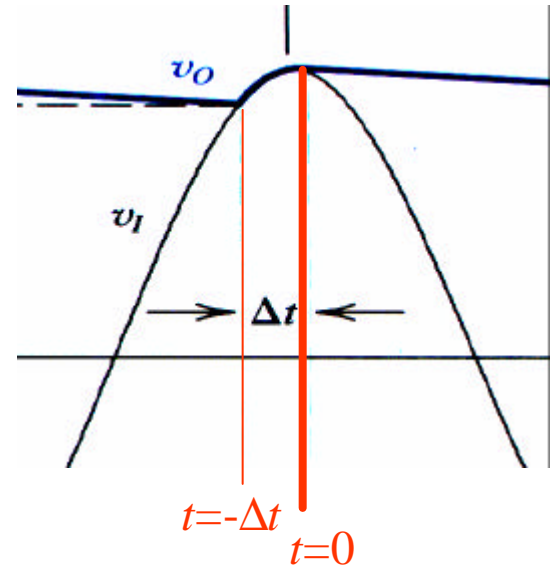
$$i_{C_{\max}} = C \left. \frac{du_o}{dt} \right|_{t=-\Delta t} = -C\omega V_p \sin(-\omega\Delta t)$$

$$\approx CV_p \omega \cdot \omega\Delta t = CV_p \omega \sqrt{2V_r/V_p} \approx CV_p 2pf \sqrt{2V_r/V_p}$$

$$= CV_p 2p \frac{V_p}{V_r CR} \sqrt{2V_r/V_p} = \frac{V_p}{R} (2p \sqrt{2V_p/V_r})$$

$$i_{D_{\max}} = \frac{V_p}{R} (1 + 2p \sqrt{2V_p/V_r})$$

半波整流時最大二極體電流



全波整流的情形

$$V_r \approx \frac{V_p}{2fRC}$$

$$i_{D_{\text{av}}} = \frac{V_p}{R} (1 + p \sqrt{V_p/2V_r})$$

$$i_{D_{\max}} = \frac{V_p}{R} (1 + 2p \sqrt{V_p/2V_r})$$

