

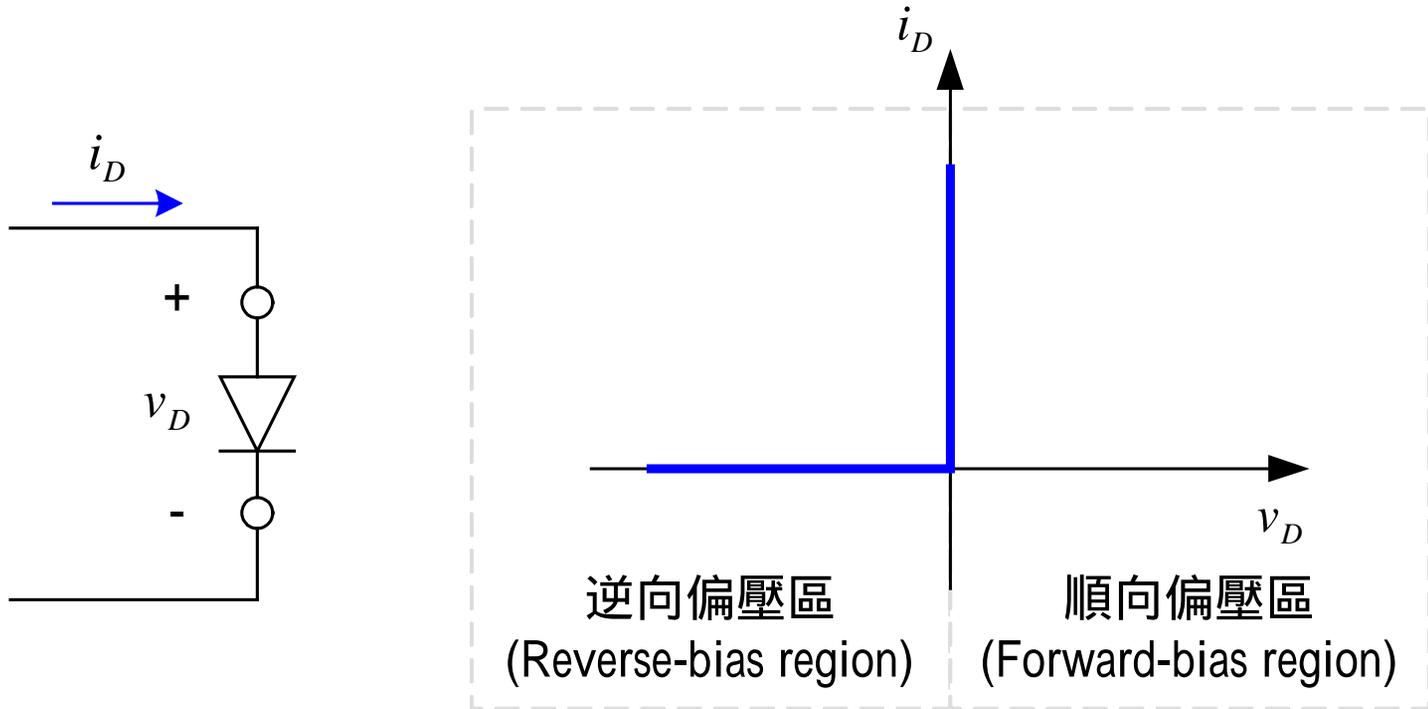
## 二極體電路

二極體是電子世界中最簡單的電子元件



# 理想二極體

❖ 理想二極體之符號及其特性曲線:

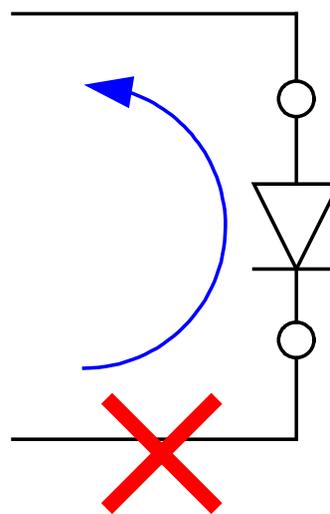
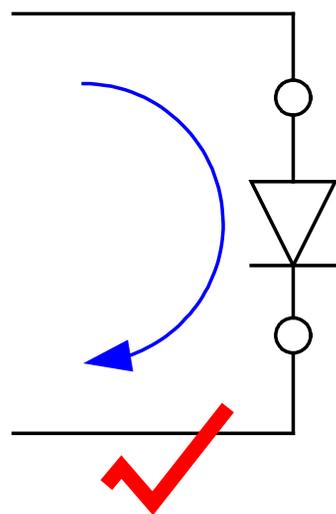


❖ 二極體為一最基本之雙端點非線性元件。

❖ 對一理想二極體而言：

✓ 施以順向偏壓，可視為短路。

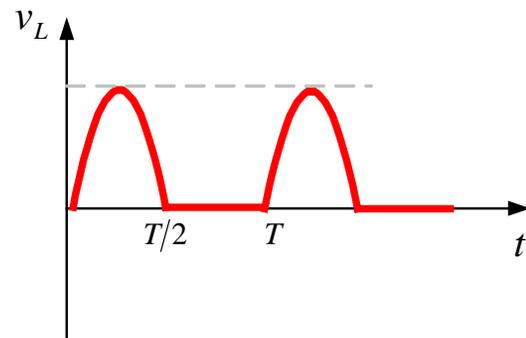
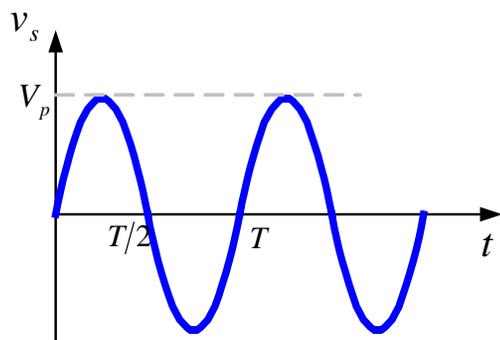
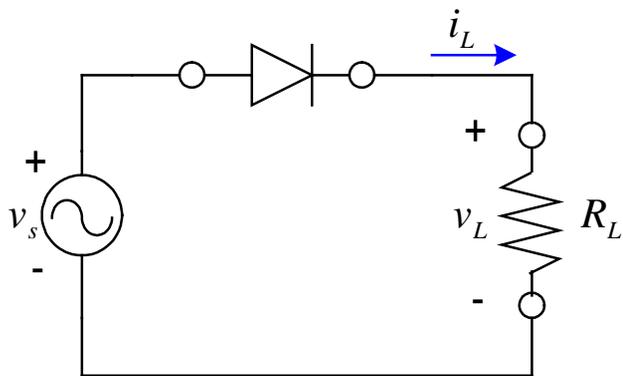
✓ 施以逆向偏壓，則視為開路。



# 二極體之應用: 半波整流器 (Half-Wave Rectifier)

❖ 對一交流輸入電壓源而言:

- ✓ 當  $v_s$  為正電壓時，理想二極體為ON，故  $v_L$  此時之波形與  $v_s$  相同。
- ✓ 當  $v_s$  為負電壓時，理想二極體為OFF，此時  $v_L$  為零。



---

## 半波整流器之直流成份:

❖ 令  $v_s(t) = V_p \sin(\omega t)$

❖ 定義直流部分為週期時間  $T$  內，輸出 (電壓或電流) 之平均值。

✓ 直流電流:

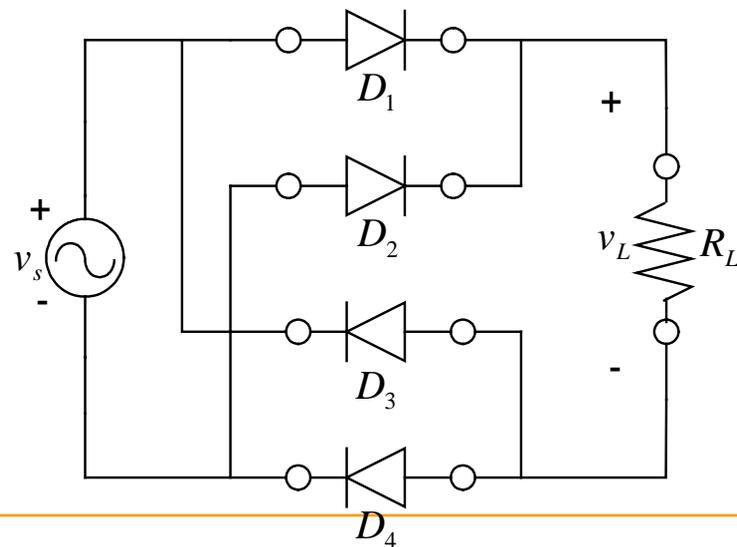
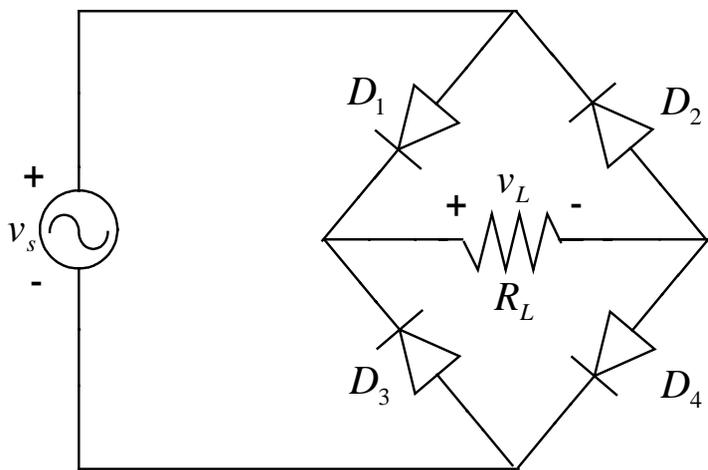
$$I_{dc} = \frac{1}{T} \int_0^T i_L(t) dt = \frac{1}{T} \left[ \int_0^{T/2} \frac{V_p}{R_L} \sin(\omega t) dt + \int_{T/2}^T 0 dt \right] = \frac{V_p}{\pi R_L}$$

✓ 直流電壓:

$$V_{dc} = I_{dc} R_L = \frac{V_p}{\pi}$$

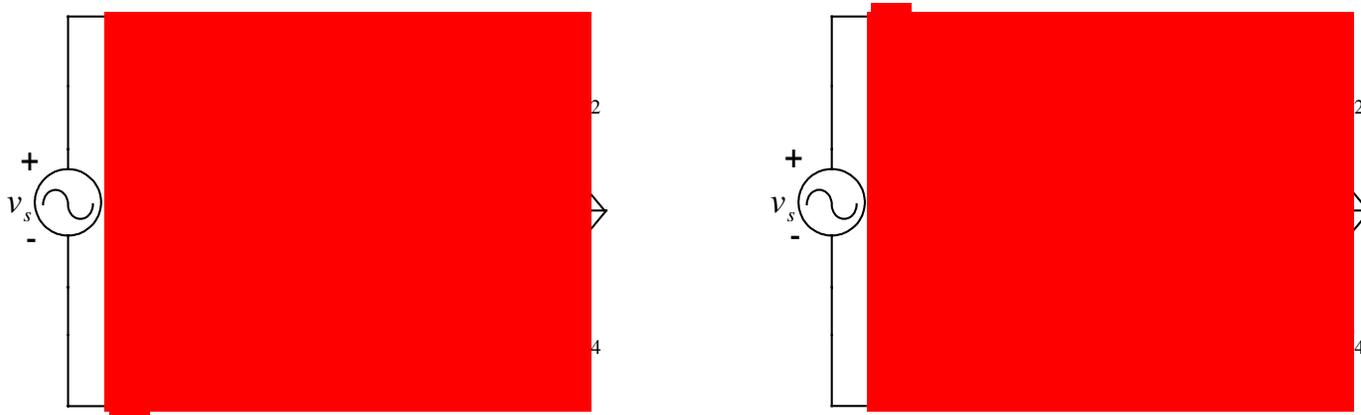
# 二極體之應用: 全波整流器 (Full-Wave Rectifier)

- ❖ 亦稱為橋式整流器。
- ❖ 不論  $v_s$  是正值或負值，均容許電流流過負載，其輸出結果為輸入訊號之絕對值。
- ❖ 利用四個二極體來完成此項工作。
- ❖ 一般有下列兩種畫法：

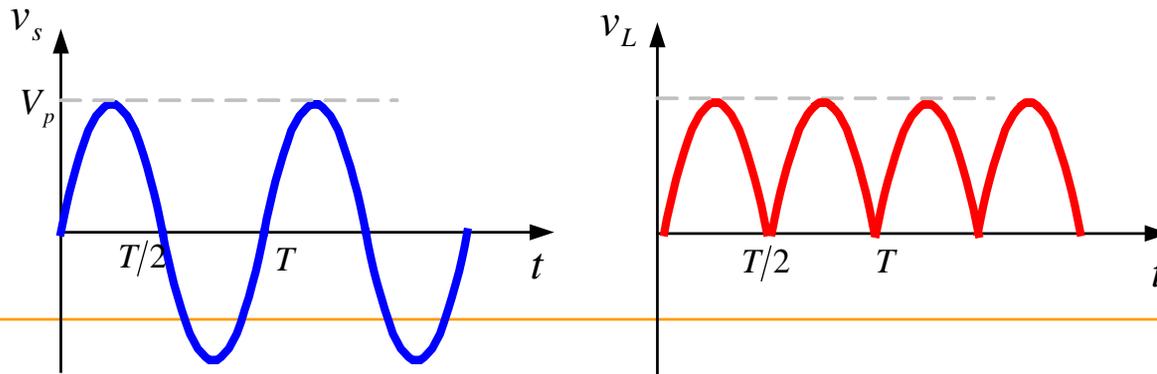


❖ 當  $v_s$  是正值，則電流是經由  $D_1 \rightarrow R_L \rightarrow D_4$  此方向流動。

❖ 當  $v_s$  是負值，則電流是經由  $D_3 \rightarrow R_L \rightarrow D_2$  此方向流動。



❖ 故其  $v_s$  與  $v_L$  之關係如下：



---

## 全波整流器之直流成份:

❖ 令  $v_s(t) = V_p \sin(\omega t)$

❖ 定義直流部分為週期時間  $T$  內，輸出 (電壓或電流) 之平均值。

✓ 直流電流:

$$I_{dc} = \frac{1}{T} \int_0^T i_L(t) dt = \frac{2}{T} \left[ \int_0^{T/2} \frac{V_p}{R_L} \sin(\omega t) dt \right] = \frac{2V_p}{\pi R_L}$$

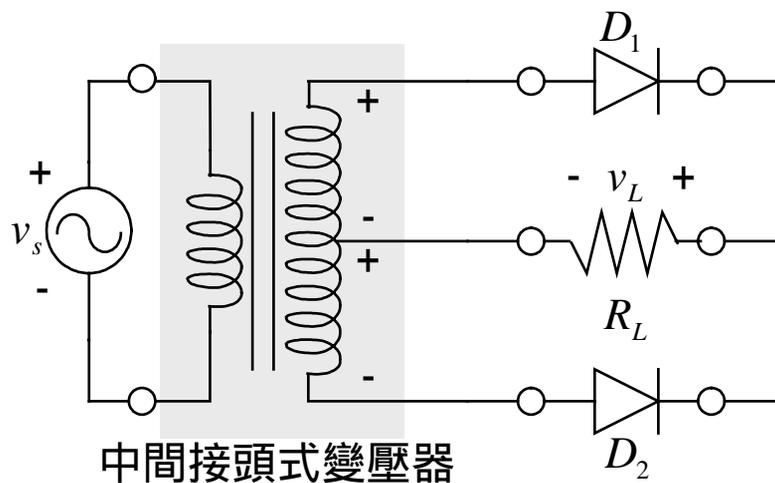
✓ 直流電壓:

$$V_{dc} = I_{dc} R_L = \frac{2V_p}{\pi}$$

❖ 注意: 全波整流之直流成份為半波整流之直流成份的兩倍。

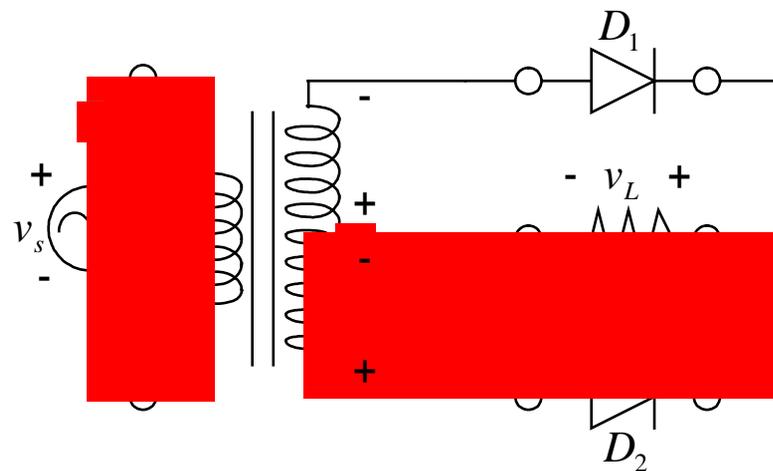
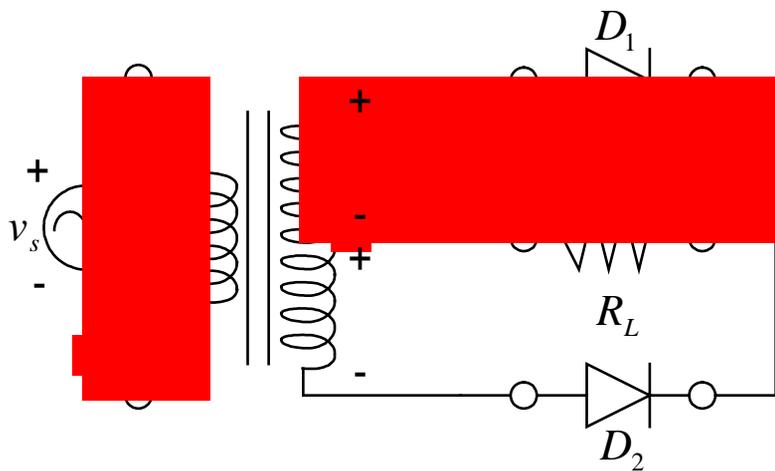
# 另一種全波整流器

- ❖ 此處再介紹另一種利用中間抽頭式變壓器(Center-tapped transformer)之全波整流器。
- ❖ 所謂中間抽頭式變壓器，就是除了變壓器之輸出線圈兩端接頭外，再從線圈的中間接出一條接頭。
- ❖ 此種全波整流器乃是由一個中間接頭式變壓器與兩個二極體所組成。

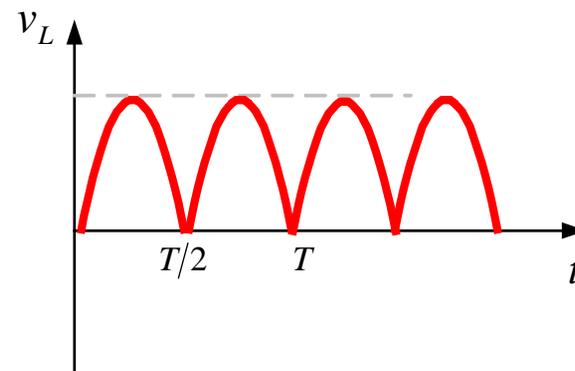
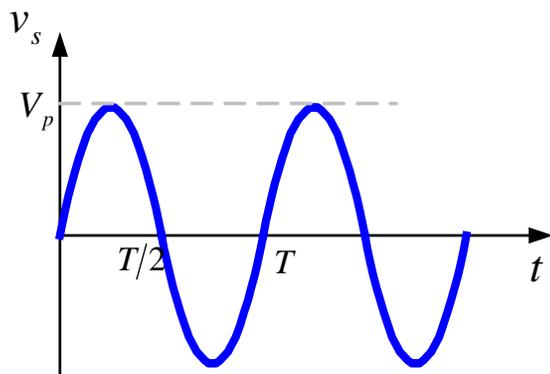


❖ 當  $v_s$  為正值，二極體  $D_1$  為順向偏壓。

❖ 當  $v_s$  為負值，二極體  $D_2$  為順向偏壓。

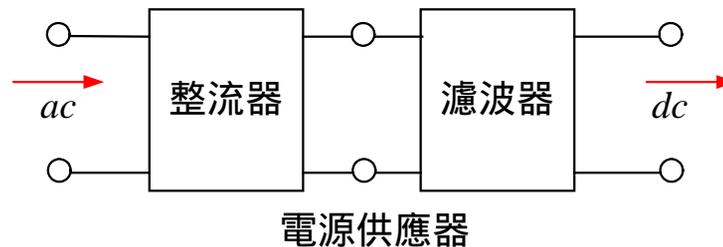


❖ 因此  $D_1$ 、 $D_2$  輪流導通，兩個半波整流合成一個全波整流。



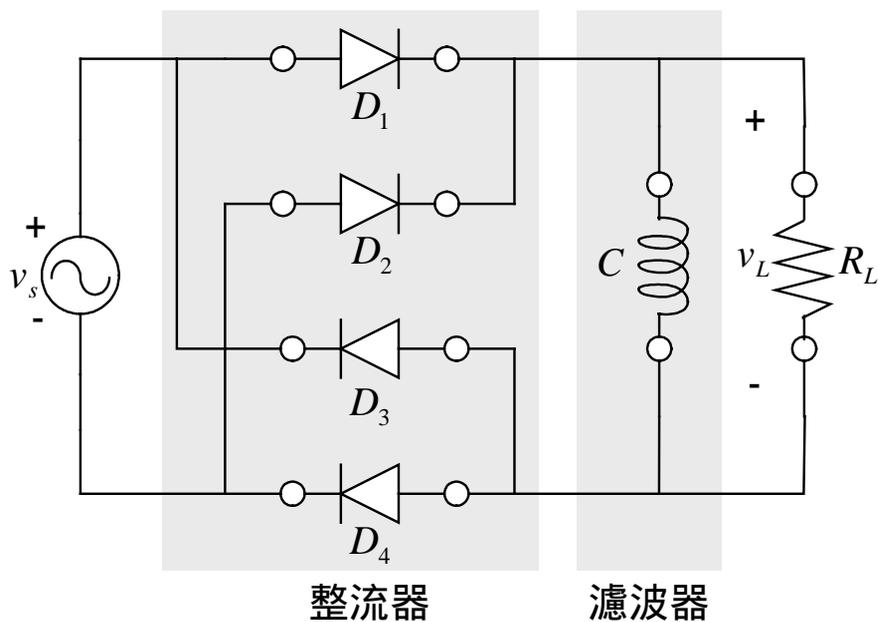
## 二極體之應用：電容式濾波整流器

- ❖ 以上所介紹之整流電路都有一個共通問題，也就是其輸出電壓除了直流成份外，還有不可避免之漣波存在。
- ❖ 整流電路通常用於電源供應器。
- ❖ 電源供應器(power-supply): 一個可接收交流電壓作為輸入，然後提供直流電壓作為輸出之電路：

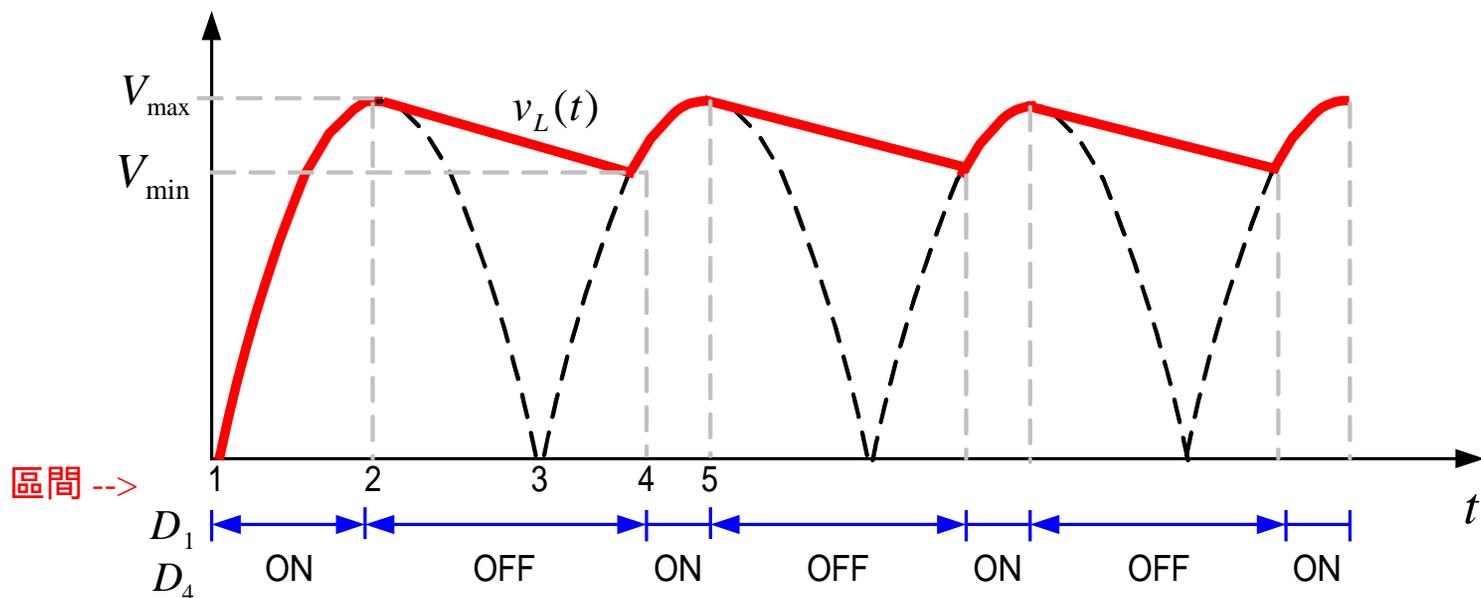


- ❖ 為何需要電源供應器: 一般電力之產生與傳送皆以交流電壓為主，然而電器產品所需之電壓卻是直流電，因此便需要有一個能將交流電變直流電的裝置存在。

- ❖ 一般電源供應器除了包含整流器電路外，另外也需加入濾波器以便濾除整流電路所無法解決之漣波(ripple)問題。
- ❖ 此處介紹一種最為簡單之濾波電路，如下圖所示 (加入一電容)。



其過程分述如下(參考下圖為此電源供應器之輸出電壓圖形):

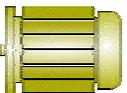


❖ 充電過程( 1~2 區間):

- ✓ 一開始當  $V_s$  為正值，電流由  $D_1 \rightarrow R_L \rightarrow D_4$  之方向流動(  $D_2$ 、 $D_3$  為 OFF)，除此之外，亦會同時對電容進行充電(將電容視為瞬間完成充電)，直至其電壓值達到最大值  $V_{\max}$ 。

## ❖ 放電過程( 2~4 區間):

- ✓ 當  $v_s$  從  $V_{\max}$  點開始下降，此時電容內之電壓值已超過輸入值，因此電流應反向流動，但因被  $D_1$  二極體擋住，因而流不過去，使  $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$ 、 $D_4$  皆為OFF。
- ✓ 另外在負載部分，也改成由電容對負載進行放電。
- ✓ 當  $v_s$  變為負值，電流改由  $D_2 \rightarrow R_L \rightarrow D_3$  之方向流動( 3~4 區間)，但其電壓值還是小於電容之電壓值，故情況依然如前所述，是由電容對負載進行放電， $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$ 、 $D_4$  亦皆為OFF。
- ✓  $v_L$  會隨著電容放電，使其電壓值慢慢下降，下降速率是由此電路之時間常數  $R_L C$  所決定。選擇越大之電容，可使此電路時間常數越大，亦即代表電壓下降速率越慢，因此由  $v_L$  之波形可知其漣波會變小，也就是電源供應器之輸出會越像直流。



## ❖ 重新充電過程( 4 ~ 5 區間):

---

- ✓ 直至  $V_s$  之電壓值大於電容之電壓值，始可重新對電容進行充電，直至其電壓值達到最大值  $V_{\max}$ 。

## ❖ 電容式濾波整流器之直流成份:

- ✓ 因其輸出電壓只有在電容放電時輕微下降，故其直流成份可近似等於輸入弦波之波峰值。
- ✓ 若欲得到較精準之直流成份值，其推導如下:

- 電容放電時，輸出電壓是呈指數型下降，如下方程式所示:

$$v_L(t') = V_p e^{-(t'/R_L C)}$$

其中  $t'$  之時間點是從波峰值起算。



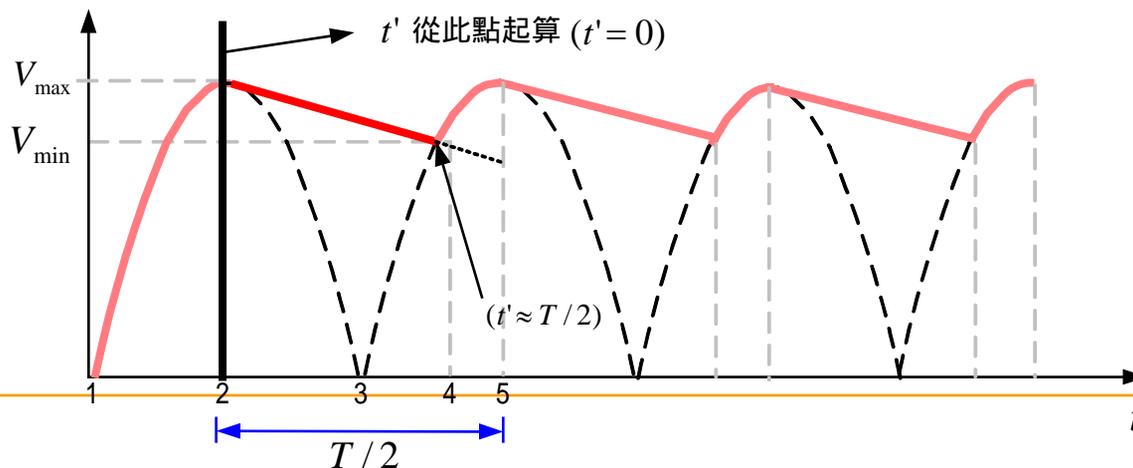
- 將前式作級數展開可得下式，並取前兩項近似為一直線。

$$v_L(t') = V_p e^{-(t'/R_L C)} = V_p \left( 1 - \frac{t'}{R_L C} + \dots \right)$$

- 故輸出電壓之最小值可寫為：（其中  $t'$  近似為  $T/2$ ）

$$V_{\min} \approx V_p \left( 1 - \frac{T/2}{R_L C} \right) = V_p \left( 1 - \frac{1}{2fR_L C} \right)$$

- 若  $t'$  是以時間點 2 之位置起算，電壓之最小值出現之時間與其間隔應不滿  $T/2$ ，但應非常接近  $T/2$ ，故以此近似。



- 較正確之直流成份近似值可以用輸出電壓之最大與最小值之平均來表示:

$$V_{dc} \approx \frac{V_{\max} + V_{\min}}{2} = V_p \left( 1 - \frac{1}{4fR_L C} \right)$$

- ❖ 由上面分析可知，只用一個簡單之濾波器便可達到不錯之效果，但如果要得到一個更高品質的電源供應器，則需設計更精良之濾波器始可達到。

