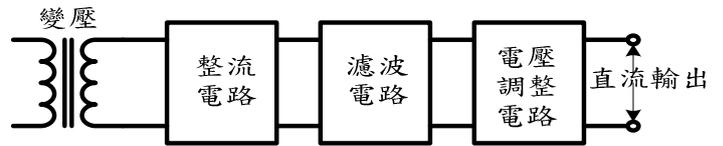


第三章 二極體應用電路

※3-1 直流電源供應器

1. 電源電路就是把交流轉變成直流，其結構如圖(3-1-1)所示。

- (1). **變壓器**用以升壓或降壓以取得適當的交流電壓。
- (2). **整流電路**用以將交流正弦波電壓整流成脈動直流。
- (3). **濾波電路**用以濾除高諧波交流成份。
- (4). **電壓調整電路**用以使電壓維持恒定。



圖(3-1-1)

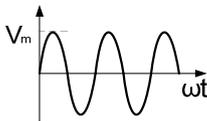
2. 整流器之一般特性：任何具有**單向導電性**的元件，均可作為整流工作。

3. 濾波器是利用電感或電容的基本性質而組成的電路，其目的在減少**漣波電壓輸出**。

※3-2 整流電路

1. 依電路型態可分為半波、全波、橋式、倍壓整流。

2. 電路及工作原理



輸入波形

電路名稱	電路架構	輸出波形	備註
半波整流電路			
全波中心抽頭式整流電路			$V_{dc}=0.9V_{rms}$
橋式整流電路			$V_{dc}=0.9V_{rms}$

3. 三種整流電路之特性比較：

	半波整流	全波整流	橋式整流
整流二極體的數目	1	2	4
輸出有效值電壓 V_{rms}	$0.5V_m$	$0.707V_m$	$0.707V_m$
輸出直流電壓 V_{dc}	$0.318V_m$	$0.636V_m$	$0.636V_m$
漣波電壓 $V_{r(rms)}$	$0.385V_m$	$0.305V_m$	$0.305V_m$
漣波因素 $r\%$	121%	48.3%	48.3%
逆向峰值電壓 PIV	V_m	$2V_m$	V_m
整流效率 $\eta\%$	40.6%	81.2%	81.2%
漣波頻率 f	$f(60Hz)$	$2f(120Hz)$	$2f(120Hz)$
直流功率消耗 P_{dc}	$\frac{V_m^2}{\pi^2 R_L}$	$4 \times \frac{V_m^2}{\pi^2 R_L}$	$4 \times \frac{V_m^2}{\pi^2 R_L}$

4.半波整流與全波整流之比較：前者之優缺點如下

(1).優點：**電路簡單**及**成本低廉**。

(2).缺點：**A.變壓器整流效率較低**。

B.輸出直流之平均值較低。

C.漣波變化較大。

5.橋式與全波中心抽頭式之比較：前者之優缺點如下。

(1).優點：**A.每一個二極體PIV值為 V_m** ，而中心抽頭式需要 **$2V_m$** 。

B.不需使用中心抽頭式變壓器，變壓器體積比較小。

(2).缺點：需使用**四個**二極體，中心抽頭式則需**二個**二極體。

※3-3 濾波電路

※3-3-1 濾波電路

1.目的：在濾除整流器輸出中的漣波，使輸出電壓更接近純粹的直流。

2.漣波因素：整流器的輸出有直流成份及交流成份，交流成份稱為漣波，漣波電壓有效值對直流電壓之比例謂之漣波因素。

$$\text{漣波因素} \rightarrow r = \frac{V_{r(rms)}}{V_{dc}}$$

$$\text{漣波百分數} \rightarrow r\% = \frac{V_{r(rms)}}{V_{dc}} \times 100\%$$

(1).漣波因數愈小，表示濾波效果愈好。

(2).半波整流輸出波形其漣波因數 $=\sqrt{(FF)^2 - 1} = \sqrt{(1.57)^2 - 1} = 121\%$ 。

(3).全波整流輸出波形其漣波因數 $=\sqrt{(FF)^2 - 1} = \sqrt{(1.11)^2 - 1} = 48.3\%$ 。

3.整流比：整流器的直流輸出功率與交流輸入功率之比值，謂之整流比或整流效率。

$$\eta = \frac{P_{DC}}{P_{AC}} \times 100\%$$

P_{AC} ：交流輸入功率

P_{DC} ：直流輸出功率

4.電壓調整率：理想電壓調整率 $V.R\% = 0$ 。

$$V.R\% = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100\%$$

V_{FL} ：滿載電壓

V_{NL} ：無載電壓

5.電流調整率：理想電流調整率 $I.R\% = 0$ 。

$$I.R\% = \frac{I_{NL} - I_{FL}}{I_{FL}} \times 100\%$$

I_{FL} ：滿載電流

I_{NL} ：無載電流

6.濾波器可分為(1).電容輸入式：**A.簡單電容濾波(C型)**。

C.π型。

B.R.C型。

D.多節RC，多節π型。

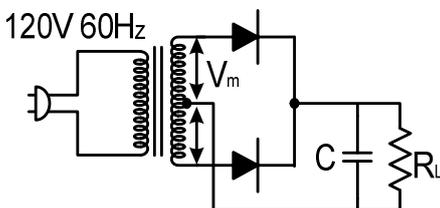
(2).電感輸入式：**A.簡單電感型**。

B.倒L型。

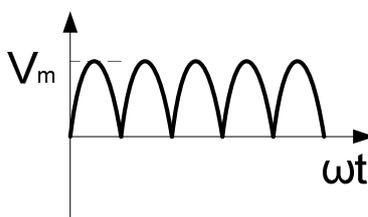
7.全波整流之漣波頻率高於半波整流之漣波頻率，故濾波效果較佳。

※3-3-2 電容濾波器

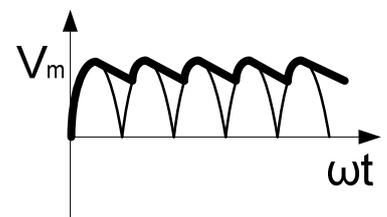
1.工作原理及輸出電壓波形：



電路架構



整流電路輸出波形



電容濾波輸出電壓波形

2.輸出公式：

$$V_{r(rms)} = \frac{2.4I_{dc}}{C} \quad C \uparrow I_{dc} \downarrow V_{r(rms)} \downarrow$$

$$V_{dc} = V_m - \frac{V_{r(p-p)}}{2} = V_m - \frac{4.16I_{dc}}{C} \quad C \uparrow I_{dc} \downarrow V_{dc} \uparrow (\text{平均直流})$$

$$r\% = \frac{4.8}{CR_L} \dots\dots\dots C \uparrow R_L \uparrow r\% \downarrow (\text{半波整流}+RC \text{ 濾波})$$

$$r\% = \frac{2.4}{CR_L} \dots\dots\dots C \uparrow R_L \uparrow r\% \downarrow (\text{全波整流}+RC \text{ 濾波})$$

C：以 μf 作單位
 I_{dc} ：以 mA 作單位
 R_L ：以 $\text{k}\Omega$ 作單位

若上述公式不適用則必須以 $\frac{V_{dc}}{R_L} = CV_{r(p-p)} \times f_r$ 解之

由上式(1)中可知電容量愈大則 V_r 愈小，也就是漣波電壓低，因此 V_{dc} 便愈高，乃表示濾波效果更佳，所以欲提高電容之濾波效果，只須加大電容量，但是電容量會影響流過二極體的峰值電流，故不能無限制加大電容量。

3.半波整流及全波整流型電容濾波器之特性比較：

- (1).輸出電壓全波整流型較高。
- (2).半波整流型二極體放電時間較長，輸出電容兩端電壓下降量較大，輸出漣波值較大。
- (3).各種整流電路所用二極體之 PIV 值比較如下：

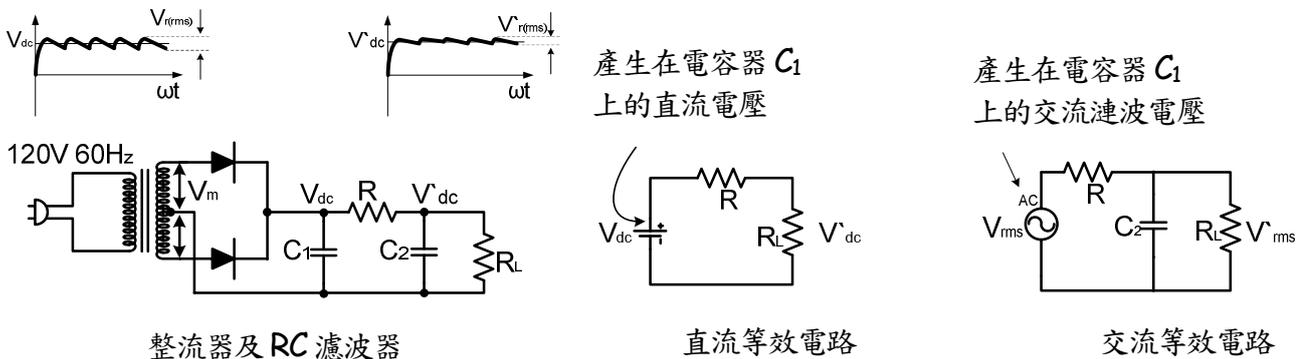
		無濾波電容	有濾波電容
半波整流		V_m	$2V_m$
全波	中心抽頭式	$2V_m$	$2V_m$
	橋式	V_m	V_m

4.電容濾波器的缺點：重負載時，電壓調整率差，濾波效果不佳。

※3-3-3 R.C 型濾波器(或稱 C-R-C 型濾波器)

1.在電容濾波器與負載之間加上一節 R-C 網路其效果更佳，但直流輸出較小，成本較高。

2.工作原理及輸出波形。



3.直流分析：電容器對直流電壓而言可視為開路，此時負載兩端之輸出直流電壓為：

$$V_{dc}' = V_{dc} \times \frac{R_L}{R_L + R} \quad \text{因此可知 } V_{dc}' < V_{dc}$$

4.交流分析：此時負載阻抗 $Z = X_{C2} \parallel R_L$ ，若電容量很大，則 $X_{C2} \ll R_L$ ，則 $Z \approx X_{C2}$ ，同時電路設計通常令 $X_{C2} \ll R$ ，所以其漣波輸出為：

$$V_{r'}(rms) \doteq \frac{X_{C2}}{\sqrt{R^2 + X_{C2}^2}} \times V_{r(rms)} \doteq \frac{X_{C2}}{R} \times V_{r(rms)}$$

5.RC 型濾波器在選用 R、C 值時應注意：

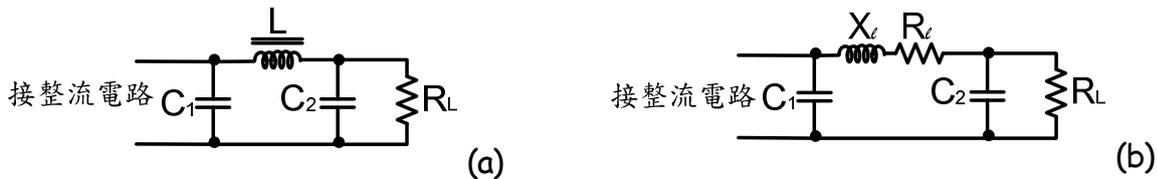
(1). C_1 、 R 、 C_2 數值愈大時，濾波效果愈佳。

(2). 濾波電容量愈大時，漣波愈小，濾波效果愈佳，但隨著電容量增加，充電時間卻愈小，二極體的額定電流就必須足夠大，否則瞬間充電電流將超過順向電流，而破壞二極體。

※3-3-4 π 型濾波器

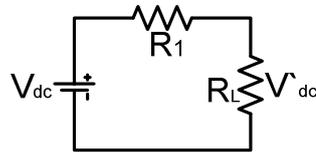
1. 由於 R - C 濾波器中之電阻 R 會使其直流電壓產生衰減，影響濾波效果，因此為了獲得更低漣波及更高直流電壓，而將電阻 R 改為電感器 L 。

2. 工作原理



3. 直流分析：對直流電壓而言電感僅有一很小的直流線圈電阻 R_1 ，因此輸出直流電壓為：

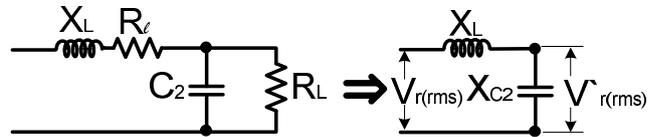
$$V_{dc}' = V_{dc} \times \frac{R_L}{R_L + R_1}$$



因為電感線圈電阻較小，所以可以得到較高直流電壓輸出。

4. 交流分析：對交流訊號而言，因為 $X_L \gg R_1$ ，所以可將 R_1 忽略不計，且 $X_{C2} \ll R_L$ ，所以輸出之漣波電壓值為：

$$V_{r}'(rms) \doteq \frac{X_{C2}}{X_L - X_{C2}} \times V_{r}(rms) \doteq \frac{X_{C2}}{X_L} \times V_{r}(rms)$$



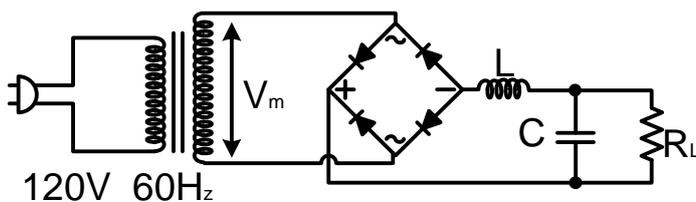
交流等效電路

5. 電感 L 、電容 C_2 數值愈大時，濾波效果愈佳。

※3-3-5 L 型濾波器

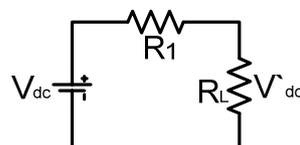
1. 電感有阻止變化電流通過的能力，因此可以使漣波降低。

2. 電感濾波器因為整流之後無電容器因此輸出直流電壓為 $0.318V_m$ (半波) 或 $0.636V_m$ (全波)。



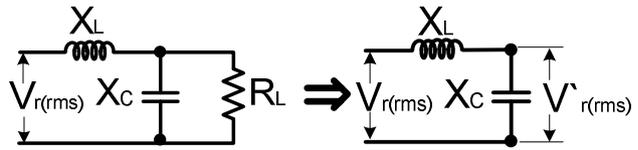
3. 直流分析：

$$V_{dc}' = V_{dc} \times \frac{R_1}{R_L + R_1} \doteq V_{dc} - I_{dc}R_1$$



4. 交流分析：

$$V_{r'(rms)} \doteq \frac{X_C}{X_L - X_C} \times V_{r(rms)} \doteq \frac{X_C}{X_L} \times V_{r(rms)}$$



交流等效電路

5. 電感輸入式濾波器中，由於二極體沒有截止期間，所以二極體之平均電流與峰值電流大約相等，但在電容輸入式濾波器中，二極體只在電容器充電期間導電，此時二極體的導通電流必須將電容充飽，所以其峰值電流較平均電流大。
6. 電感量愈大時，反電動勢愈高，可得到愈平穩地導通電流。
7. 電感濾波電路適用於重負載。

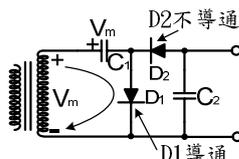
※3-4 倍壓電路

1. 倍壓電路

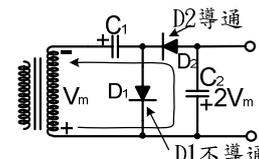
- (1). 是一種供給輕負載高電壓的電源電路。
- (2). 其輸出直流電壓可達輸入峰值的整數倍。
- (3). 優點是不須使用變壓器即可獲得高輸出電壓。
- (4). 通常 n 倍之倍壓器須 n 個二極體及 n 個電容。

2. 半波倍壓：

- (1). 工作原理及電壓狀況如圖(2a)、圖(2b)：
- (2). C_1 耐壓值為 V_m ， C_2 耐壓為 $2V_m$ 。
- (3). 每一個二極體之 PIV 為 $2V_m$ 。



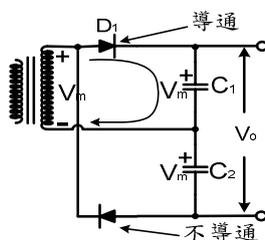
(2a) 正半週



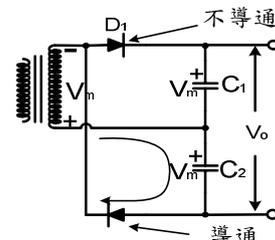
(2b) 負半週

3. 全波倍壓：

- (1). 工作原理及電壓狀況如圖(3a)、(3b)
- (2). C_1 、 C_2 的耐壓均為 V_m 。
- (3). 每一個二極體之 PIV 為 $2V_m$ 。



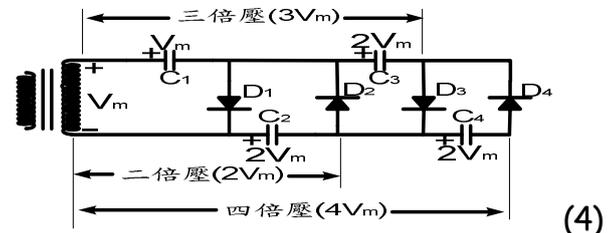
(3a) 正半週



(3b) 負半週

4. N 倍半波倍壓整流：

- (1). 工作原理及電壓狀況如圖(4)：
- (2). C_1 耐壓值為 V_m ，其餘的電容器耐壓均為 $2V_m$ 。
- (3). 每一個二極體之 PIV 為 $2V_m$ 。
- (4). 因為二極體本身無放大作用，故於倍壓後相對地也減其電流，故僅適合於輕負載的電源電路。



(4)

※3-5 截波電路

1. 目的：係用來將輸入波形截去一部份之電路。又稱為**電壓限制器**或**振幅選擇器**或**剪裁器**。
2. 截波電路至少需要二種基本元件：**二極體**及**電阻器**。
3. 電路型式：
 - (1). 依輸出波形被截去的範圍可分為：
 - A. 正截波器：輸出波形中，只有**正峰值**部分被截去。
 - B. 負截波器：輸出波形中，只有**負峰值**部分被截去。

C. 雙向截波器：輸出波形的正、負峰值部份均被截除，其它部份則予以保留。

(2). 依電路結構可分為：

A. 串聯式：截波用二極體與負載相串聯，僅在二極體導電時，才有電壓輸出。

B. 並聯式：截波用二極體與負載相並聯，僅在二極體截止時，才有電壓輸出。

4. 工作原理及電路型態

(1). 串聯式截波器判定輸出波形的方法：依下列方法判別其輸出

A. 此種電路中，與輸入端直接串接的直流電源(V_1)，其功用僅在提高($V_i \uparrow$)或降低($V_i \downarrow$)輸入電壓的基準電位而已。

B. 判別方法：

(A). 先將串接之直流偏壓向輸入信號方向逆時間旋轉 90° 。

(B). 若直流偏壓為  則輸入波形下降 V 伏特。

(C). 若直流偏壓為  則輸入波形上升 V 伏特。

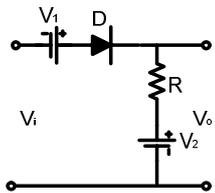
(D). 以 V_2 位準為基準依二極體的箭頭方向判別輸出端保留的訊號部分(左下右上)。

a. 若箭頭方向向上()則取 V_2 位準以上波形。

b. 若箭頭方向向下()則取 V_2 位準以下波形。

(E). 基本型串聯截波電路只要依據步驟(D)判斷即可。

(F). 若無 V_2 則以 0 位準判讀

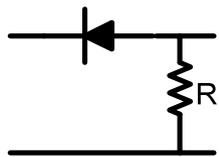
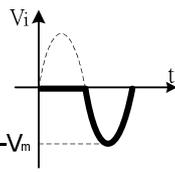
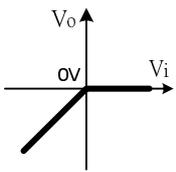
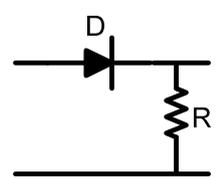
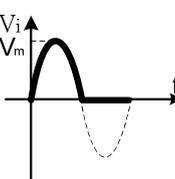
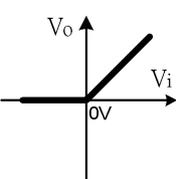
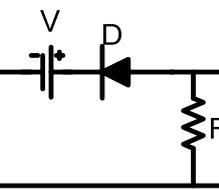
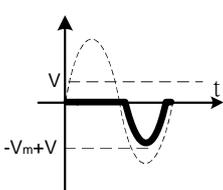
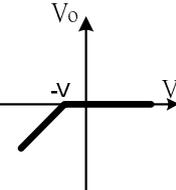


V_1 ：決定輸入波形位移電壓大小

V_2 ：決定截波位置

D ：決定截波方向

C. 各種串聯截波型態

		電路結構	輸出波形	轉換特性曲線	輸出電壓範圍
基本型	正截波				$-V_m \leq V_o \leq 0$
	負截波				$0 \leq V_o \leq V_m$
正偏壓	正截波				$-V_m + V \leq V_o \leq 0$

	負載波				$0 \leq V_o \leq V + V_m$
負偏壓	正截波				$-V_m - V \leq V_o \leq 0$
	負截波				$0 \leq V_o \leq V_m - V$

(2). 並聯式截波器判定輸出波形方法：依下列方法判別其輸出

A. 此種電路中，與輸出端並聯的直流偏壓 V_2 ，其功用乃在決定二極體導通或截止的基準準位。

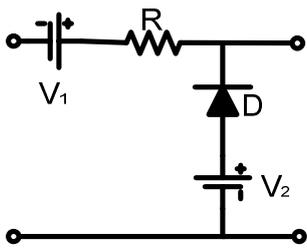
B. 判別方法：

(A). 二極體箭頭方向即為輸出端所保留的訊號波形。

(B). 若箭頭方向向上()則取基準位準以上波形。

(C). 若箭頭方向向下()則取基準位準以下波形。

(D). 基本型並聯截波電路只要依據步驟(B.C)並以 $0V$ 為基準位準判斷即可。



V_1 ：決定輸入波形位移電壓大小

V_2 ：決定截波位置

D：決定截波方向

C. 各種串聯截波型態

	電路結構	輸出波形	轉換特性曲線	輸出電壓範圍
基本型	正截波 			$-V_m \leq V_o \leq 0$

負載波				$0 \leq V_o \leq V_m$
-----	--	--	--	-----------------------

		電路結構	輸出波形	轉換特性曲線	輸出電壓範圍
正偏壓	正截波				$-V_m \leq V_o \leq V$
	負截波				$V \leq V_o \leq V_m$
		電路結構	輸出波形	轉換特性曲線	輸出電壓範圍
負偏壓	正截波				$-V_m \leq V_o \leq -V$
	負截波				$-V \leq V_o \leq V_m$

(3). 雙截波：依並聯截波方法取捨(保留 V_1 以下 V_2 以上波形)

電路結構	輸出波形	轉換特性曲線	輸出電壓範圍
			$V_2 \leq V_o \leq V_1$
			$V_{z1} \leq V_o \leq V_{z2}$

※3-6 箝位器

- 1.功用：將輸入信號的直流位準，定在某一定電位之上，其波形保持不變，又稱為**直流定位器**。
- 2.箝位電路至少需要三種基本元件：**二極體**、**電阻器**及**電容器**。
- 3.電路中之 R 及 C 均需要極大值，其時間常數 $T=RC$ 至少須大於輸入訊號週期**五**倍以上($5\tau=5RC \gg T/2$)，如此當二極體不導電時，原先在電容 C 兩端的充電電壓才不會有顯著變化。

3.工作原理及電路型態

電路結構	輸出波形	電路結構	輸出波形

4.判定箝位器輸出波形的簡單方法：可依下列方法判別其輸出：

- (1)參考電位 V_1 即為輸出波形在座標軸上的參考點。
- (2)二極體箭頭方向即表示輸入波形往何種方向移動。

A.若箭頭方向向上()則輸出波形準位及以參考電壓 V_1 為基準，向上移動輸入波形之 V_{p-p} 值。

B.若箭頭方向向下()則輸出波形準位及以參考電壓 V_1 為基準，向下移動輸入波形之 V_{p-p} 值。



進步不是一條筆直的過程，而是螺旋形的路徑，

時而前進，時而折回，停滯後又前進，

有失有得，有付出也有收穫。

