

投稿類別：工程技術類

篇名：

影響電源濾波器之漣波因數的變項與實測驗證

作者：

歐陽俊華。臺北市立松山高級工農職業學校。日間部。電子科二年級智班  
陳崇威。臺北市立松山高級工農職業學校。日間部。電子科二年級智班  
盧韋辰。臺北市立松山高級工農職業學校。日間部。電子科二年級智班

指導老師：

柯秉鈞 老師

## 壹●前言

半導體二極體是現在電子系統中最基礎的元件之一，它的特性就像一般的開關，具有整流的效果，其應作用可從簡單一直到很複雜，家裡的許多電器用品都是靠二極體的來整流。

### 一、研究動機

不久前最熱門的話題就是半導體了，於是我們更想進一步的認識這樣的零件，從最基本的二極體去了解，二極體有許多種類，而我們以整流二極體，來研究二極體的應用。

### 二、研究目的

藉由這次的小論文研究，我們擬更深入探討二極體的和其他元件結合之應用，如：電容濾波電路、整流濾波電路、漣波因數等等……而歸納出波形、電壓、峰對峰值、有效值等等圖表……和使用元件的不同，而有什麼不同的差異，以和課本上的理論、知識互相應証。

### 三、研究方法

在學校的實習工廠，使用示波器、實驗相關材料、參考教科書及相關書籍。詳細操作、記錄、歸納我們所得出來的數值及結論。

## 貳●正文

### 一、 工具及材料

表一、工具及材料

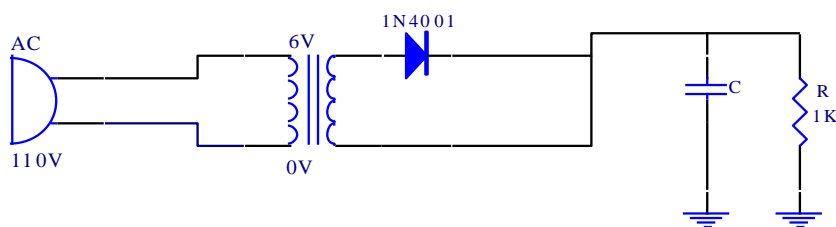
工具名稱	規格	數量
三用電表	數位式	1 個
示波器		1 台
示波器探棒	HD-3060	2 支
尖嘴鉗	電子用	1 支
斜口鉗	電子用	1 支

## 影響電源濾波器之漣波因數的變項與實測驗證

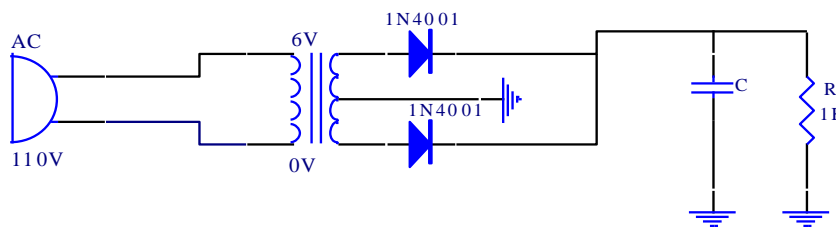
鱷魚夾	紅黑	1 組
變壓器	110V-6.0.6V	1 個
麵包板		1 個
工具名稱	規格	數量
三用電表	數位式	1 個
示波器探棒	HD-3060	2 支
尖嘴鉗	電子用	1 支
斜口鉗	電子用	1 支
鱷魚夾	紅黑	1 組
變壓器	110V-6.0.6V	1 個
麵包板		1 個

### 二、研究電路圖

【圖一】、【圖二】、【圖三】、【圖四】為引用 Protel 99 SE 所繪製

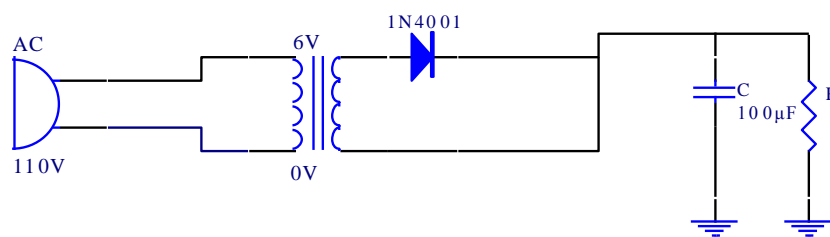


【圖一】電容容值分別使用 470uF、100uF、10uF、1uF

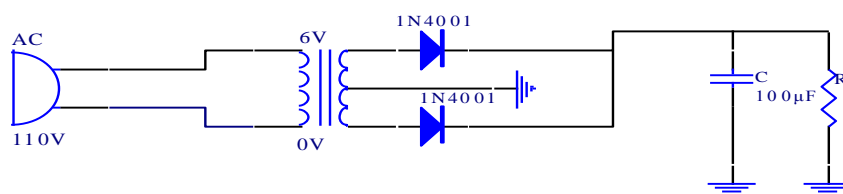


【圖二】電容容值分別使用 470uF、100uF、10uF、1uF

## 影響電源濾波器之漣波因數的變項與實測驗證



【圖三】電阻阻值分別使用 3.3 K $\Omega$ 、1 K $\Omega$ 、330 K $\Omega$ 、47 K $\Omega$



【圖四】電阻阻值分別使用 3.3 K $\Omega$ 、1 K $\Omega$ 、330 K $\Omega$ 、47 K $\Omega$

### 三、電源濾波器及二極體之相關知識

#### (一) 漣波因數是什麼

漣波因數  $r = \frac{V_{r(r.m.s)}}{V_{dc}}$ ，漣波因數越小越好，表示濾波效果越好，當

波形呈現平穩狀態時，表示漣波因數是很小的。

#### (二) 時間常數

1. 電容充電時，其端電壓自 0 伏上升至穩態電壓的 63.2% 時所需之時間，或充電電流減少至最初電流的 36.8% 時所需時間，稱為 R-C 充電之時間常數。

2. 時間常數公式： $\tau = R \times C$

3. 通常以 5 倍時間常數作為電容器完成充放電所需的時間，即達到穩態，即公式為  $T=5 \tau=5RC$

#### (三) 電容濾波電路

1. 濾波電路是利用電容的充放電特性，將經過整流後，仍會上下擺動的直流電壓濾平。以提供後端電路較平穩的電源。

## 影響電源濾波器之漣波因數的變項與實測驗證

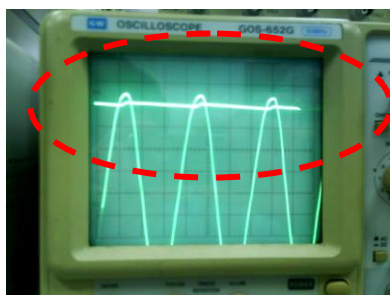
- 2.電容量決定電容的濾波能力，電容量越大，濾波效果越好。反之，電容量越小，濾波效果越差。
- 3.取一個適當值就可以了，無限制加大電容量反而會產生其他問題。
- 4.濾波電容量  $C$  越大，則所儲存的電量越多，對相同的負載放電時，輸出電壓下降的越少，漣波電壓振幅越小，輸出直流電壓越大，所以漣波因數將變小。

### (四) 二極體之介紹

大部分二極體所具備的電流方向性我們通常稱之為「整流」功能。二極體最普通的功能就是只允許電流由單一方向通過(稱為順向偏壓)，反向時，稱為逆向偏壓。「使用最普遍的半導體二極體的記號。常標記的是陰極，陽極是只較高或正的電位，陰極則只較低或負的電位。」(維基百科，2011)

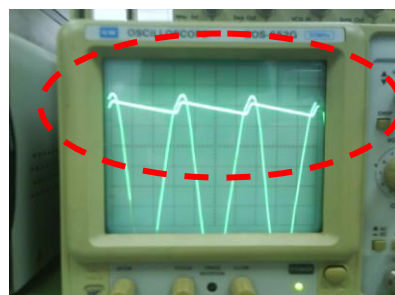
### 四、示波器測量濾波電路之波形

【圖 A】～【圖 D】為半波整流電路波形之比較



【圖 A】電容值 470uF

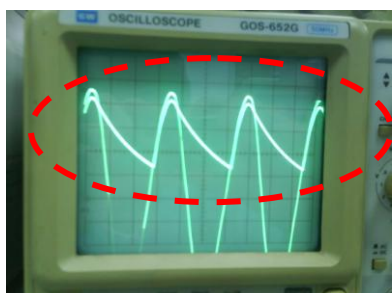
當電容值最大，漣波最小



【圖 B】電容值 100uF

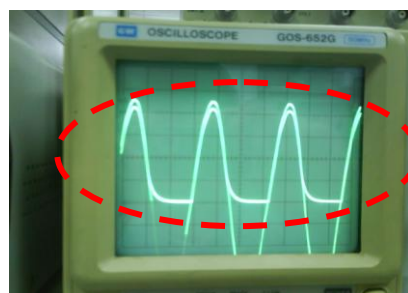
當換了 100uF 時漣波波形，與【圖 A】相差了 1/3 格

影響電源濾波器之漣波因數的變項與實測驗證



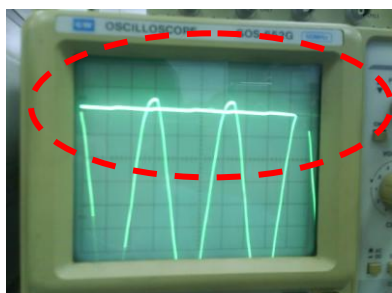
【圖 C】電容值 10 $\mu$ F  
當換成 10 $\mu$ F 時漣波波形，  
波形又相差 2 1/2 格

4

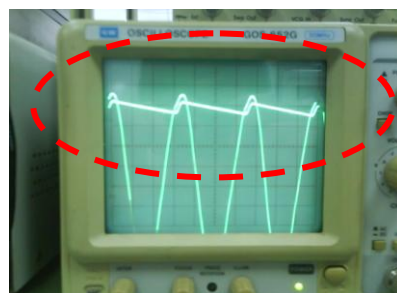


【圖 D】電容值 1 $\mu$ F  
換成 1 $\mu$ F，與【圖 A】差距是  
最大的時候，有 4 格之差

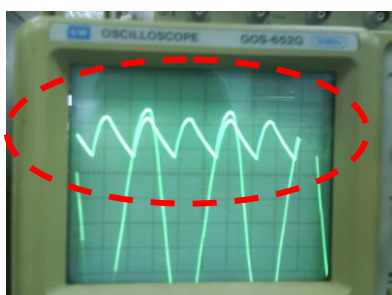
【圖 E】～【圖 H】為全波整流電路波形之比較



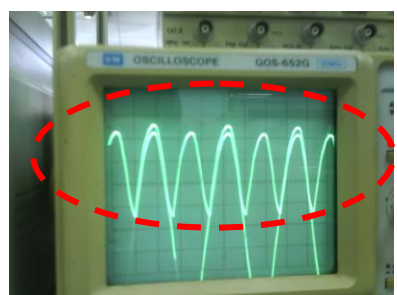
【圖 E】電阻值 3.3K $\Omega$   
當電阻值最大時，漣波最小



【圖 F】電阻值 1K $\Omega$   
電阻值 1K $\Omega$ ，漣波稍微下降



【圖 G】電阻值 330 $\Omega$   
電阻值換成 330 $\Omega$ ，漣波有  
稍大的改變



【圖 H】電阻值 47 $\Omega$   
當換到最小的阻值，跟【圖 D】  
一樣，下降的最多

## 影響電源濾波器之漣波因數的變項與實測驗證

- (一) 從【圖 A】 ~ 【圖 D】我們可以知道，當電容值越大，漣波波形會越平穩，反之，當電容值越小波形會越不平穩，由此可知；當波形呈現越平穩的狀態，漣波因數會越小，則當波形越陡時，漣波因數會越大。
- (二) 從【圖 E】 ~ 【圖 H】我們可以知道，當電阻值越大。漣波波形也是呈現越平穩，反之，當電阻值越小，將會越陡，當波形越平穩，漣波因數越小，反之，當波形越陡越不平穩時，漣波因數會越大。
- (三) 半波整流電路、全波整流電路，都有一個相同的特性，就是當阻值或容值越大波形呈現的狀態會是越平穩的，反之，當阻值或容值越小則波形會越陡。

### 五、測量之數據

表(一) 半波整流電路，固定負載電阻  $R=1K\Omega$

項目	電容	$V_{P-P}$	$V_{dc}$	$V_{rms}$	r %
(1)	470uF	0.2	7.37	0.057	0.7%
(2)	100uF	0.5	7.17	0.142	1.9%
(3)	10uF	2.3	6.12	0.75	12%
(4)	1uF	5.9	4.35	1.87	42%

表(二) 全波整流電路，固定負載電阻  $R=1K\Omega$

項目	電容	$V_{P-P}$	$V_{dc}$	$V_{rms}$	r %
(5)	470uF	0.2	7.63	0.057	0.7%
(6)	100uF	0.4	7.22	0.115	1.5%
(7)	10uF	4.9	6.34	1.414	22%
(8)	1uF	8.3	4.77	2.39	50%

影響電源濾波器之漣波因數的變項與實測驗證

表(三) 半波整流電路，固定電容 C=100uF

項目	負載電阻	V <sub>P-P</sub>	V <sub>dc</sub>	V <sub>rms</sub>	r %
(9)	3.3KΩ	0.2	7.29	0.057	0.7%
(10)	1KΩ	0.7	6.78	0.202	2.9%
(11)	330Ω	2.5	6.25	0.721	11.5%
(12)	47Ω	7	4.03	2.02	50.1%

表(四) 全波整流電路，固定電容 C=100uF

項目	負載電阻	V <sub>P-P</sub>	V <sub>dc</sub>	V <sub>rms</sub>	r %
(13)	3.3KΩ	0.2	7.24	0.057	0.7%
(14)	1KΩ	0.4	6.97	0.115	1.6%
(15)	330Ω	0.9	6.83	0.259	3.7%
(16)	47Ω	3.8	5.23	1.09	20.8%

測量數據之分析比較

(一).由表一之項目(1)、項目(4)中得知，負載電阻相同，但是濾波電容容量愈大，漣波的峰對峰值愈小，相對的 V<sub>dc</sub> 就愈大，從【圖 A】、【圖 D】中也可以得知，電容 1uF 之漣波因數較大，所以漣波出來的效果較差，輸出的直流電壓也就愈不穩。

(二).由表二之項目(6)、項目(7)中得知，半波整流電路令 1KΩ 使用較大容量的濾波電容時，可以降低漣波因數，可是二極體之峰值電流相對的增加，所以要慎選電容之大小，才不會燒毀。(陽仁元、李月娥，2009)

(三).由表三之項目(9)、項目(10)得知，濾波電容相同，但是負載電阻 3.3KΩ、1KΩ 不同，所得到的漣波波形也不相同，由於 3.3KΩ 阻值較大，所以 RC 值愈大，其放電速度慢，曲線愈平穩，因而輸出電壓稍微降低就又被充電上去了，所以可產生較平穩的直流電壓，達到濾波的效果，1KΩ 阻值較小，所以 RC 值越大，其放電速度快，則曲線就



## 影響電源濾波器之漣波因數的變項與實測驗證

有明顯的差異，即充得快也放的快，較不理想。

(四).由表三之項目(9)、表四之項目(15)綜合得知，濾波電容相同，但是負載電阻  $3.3\text{K}\Omega$ 、 $330\Omega$  不同，所得到的漣波波形也不相同，由於  $3.3\text{K}\Omega$  阻值較大，所放的 RC 值愈大，其放電速度慢，則曲線愈平穩， $330\Omega$  因 RC 值較小，所以放電速度快，則漣波電壓也變大， $330\Omega$  電阻值比較小，所以比  $3.3\text{K}\Omega$  的漣波還要大。

### 參●結論

- 一、全波整流濾波後的直流電壓，可以等效為電壓平均值  $V_{dc}$  及附在  $V_{dc}$  上之交流漣波電壓的合成，定義  $V_{dc}$  上之交流漣波之有效值  $V_r(\text{rms})$  與電壓平均值  $V_{dc}$  的比值為漣波因數，記為  $r\%$ ，此公式為漣波因數  $=V_r(\text{rms})/V_{dc} \times 100\%$ 。
- 二、電源濾波器的好壞，取決於輸出直流電壓的品質，而一個直流電源的優劣程度可以用兩個數值為比較，一為漣波因數(ripple factor)  $r\%$ 、二為電壓調整率(voltage regulation rate)  $VR\%$ 。
- 三、為什麼漣波因數要越小越好呢？那是因為漣波因數太大，表示你輸出電壓不穩定，所以漣波因數要越小越好，所以為了達到此要求，把 R、C 加大，漣波因數則會越來越小，能使波形達到越平穩的狀態。
- 四、由示波器之波形可以得知，不論是半波整流濾波電路，或者是全波整流濾波電路，只要電容容值越大，或負載阻值越大，波形越平穩，當然漣波因數也是越小。反之，電容容值越小，或負載阻值越小，波形而會越陡，漣波因數會越大。
- 五、由測量之數據也可以得知當電容阻值、或者是負載阻值越大，漣波因數是越小的，觀察數據可以得知：當電容值或阻值越大， $V_{dc}$  會越大， $V_r(\text{rms})$  會越小，利用漣波因數之公式得印證電容值、電阻值越大，漣波因數；才會越小。

### 肆●引註資料

註一：陳清良。電子學 I。新北市五股區五權七路 1 號：龍騰文化事業股份有限公司

## 影響電源濾波器之漣波因數的變項與實測驗證

註二：陽仁元、李月娥。**電子學實習 I**。新北事五股區五權七路 1 號：龍騰文化事業股份有限公司

註三：維基百科，**二極體**。檢索日期：2011 年 11 月 13 日，取自  
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%BA%8C%E6%A5%B5%E9%AB%94>