

電動機械實驗 Lab5 報告

(Electrical Machinery Laboratory Lab5 Report)

實驗題目 (Experiment title) : 電力傳輸特性與電力品質量測

日期 (Date) : 2022/4/13

時間 (Time) : 15:30 ~ 21:50

地點 (Place) : 資電館 103

組別 (Group number) : 第 3 組

組員 (Group member) (簽名) : 王致中、黃威誌、楊松諭、陳竑廷

撰寫人 (Writer) : 108061106 王致中

一、 實驗目的：

電力輸配電路由發電機、升壓變壓器、輸電線、降壓變壓器、配電線、負載及一些開關、斷路器、保護裝置等構成。一般所欲分析了解的有：電壓電流突波、壓降、效率、功因、諧波、不平衡及其改善等。本實驗之目的在於以一簡要之電力輸配電路組成使我們學習下列項目：

- (1) 由親自接線了解電力系統之架構。
- (2) 藉電力儀表之量測了解系統之壓降(電壓調整率)、效率、功因、諧波及不平衡等特性。
- (3) 藉電力示波器量測了解系統中之電壓、電流波形；更有進者，觀測在有電力電子負載下，系統中之電壓、電流波形。
- (4) 了解電力系統之功因改善分析、功因改善後之壓降與效率。
- (5) 三相 Y-Y 連接之相關問題。

二、 實驗背景：

(一) 電力系統之組成

電由發電廠傳送至用戶經過複雜之電力系統網路，其係由發電機、升壓變壓器、輸電線、降壓變壓器、配電線、負載及一些開關、斷路器、保護裝置等構成。電力系統包含發電、變電及輸配電等三部分。

(1) 發電部分：

發電廠中之同步發電機利用機電能量轉換，將機械能轉換成電能送出，依燃料之形式分，發電廠大致可以分為：水力發電廠、火力發電廠。除集中式較大容量發電機外，其他尚有一些分散式發電源，如：再生發電源：太陽電池、風力發電機；分散式發電源：微內燃發電機、燃料電池等。

(2) 變電部分：

變壓器利用電能-磁能-電能轉換從事變壓及變流，提高電能之輸送效率。

(3) 輸配電系統：

輸配電線網路負責電力由發電廠至用戶之輸送。

(二) 電力系統之功因及改善

(1) 功因改善之好處：

- a. 減少線路電流及線路電壓降。
- b. 減少線路電力損失，增加系統輸電效率、節省電費。
- c. 增加系統之供電額定。

(2) 功因之定義：

單相系統(Single-phase system)：

單相系統負載之功率因數(PF)定義為：

$$\begin{aligned}v_s &= \sqrt{2}V_s \sin \omega t \Rightarrow \text{Phasor } V_s \angle 0^\circ \\i_s &= \sqrt{2}I_s \sin(\omega t + \theta_1) \Rightarrow \text{Phasor } I_s \angle \theta \\ \theta = "+" &\Rightarrow \text{Leading}; \theta = "-" \Rightarrow \text{Lagging}\end{aligned}$$

(a) 正弦負載電流

假設電源電壓為 $V_s \angle 0^\circ$ ，負載吸收電流為 $I_s \angle \theta$ ，則：

$$\text{PF} \triangleq \frac{\text{real power}}{(\text{rms voltage}) \times (\text{rms current})} = \frac{V_s I_s \cos \theta}{V_s I_s} = \cos \theta$$

(b) 非正弦負載電流

假設電源電壓為 $v_s = \sqrt{2}V_s \sin \omega t$ ，

非正弦負載(如電力電子負載)吸收電流為

$$i_s = \sqrt{2}I_{s1} \sin(\omega t - \theta_1) + \sum_{n=2}^{\infty} \sqrt{2}I_{sn} \sin(\omega t - \theta_n) \text{ (lagging)},$$

則功率因數之定義為：

$$\begin{aligned}\text{PF} &\triangleq \frac{\text{real power}}{(\text{rms voltage}) \times (\text{rms current})} = \frac{V_s I_{s1} \cos \theta_1}{V_s I_s} = \frac{I_{s1}}{I_s} \times \cos \theta_1 \\ &\triangleq (\text{distortion factor}) \times (\text{displacement factor}) = (\text{DF})(\text{DPF})\end{aligned}$$

Where：

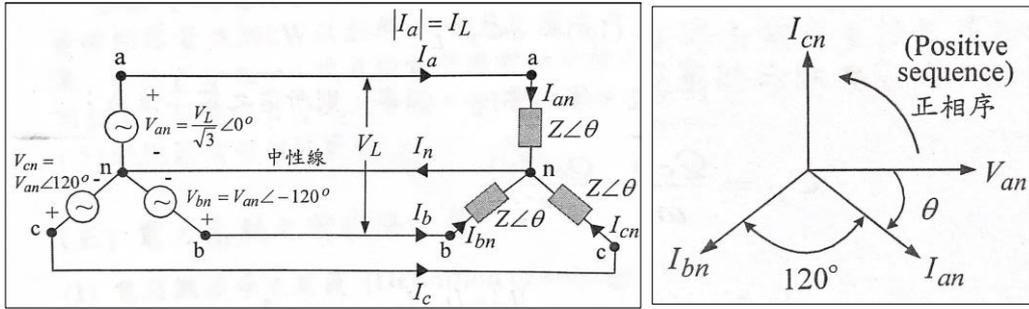
$$\text{Distortion factor (DF)} \equiv \frac{I_{s1}}{I_s}, \text{ Displacement power factor (DPF)} \equiv \cos \theta_1$$

三相平衡系統(Three-phase balanced system)：

功率因數角係指相負載之相電壓與相電流間之相角差。

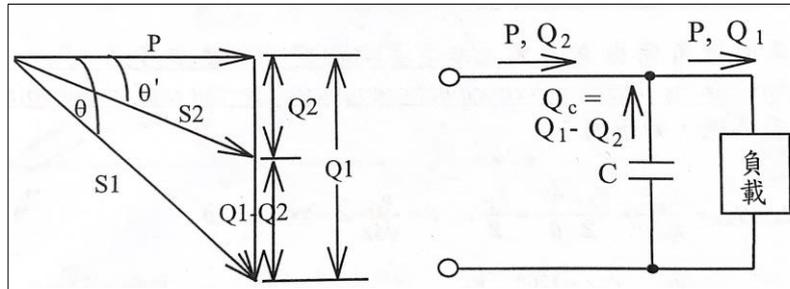
以 Y 接負載為例：

$$\begin{aligned}I_a &= I_{an} = \frac{V_L}{\sqrt{3}Z} \angle -\theta = I_p \angle -\theta \\ I_b &= I_{bn} = \frac{V_L}{\sqrt{3}Z} \angle -120^\circ - \theta = I_p \angle -120^\circ - \theta \\ I_c &= I_{cn} = \frac{V_L}{\sqrt{3}Z} \angle 120^\circ - \theta = I_p \angle 120^\circ - \theta \\ P_{3\phi} &= 3P_{1\phi} = 3V_p I_p \cos \theta = \sqrt{3}V_L I_L \cos \theta \\ Q_{3\phi} &= 3Q_{1\phi} = 3V_p I_p \sin \theta = \sqrt{3}V_L I_L \sin \theta \\ S &= \sqrt{P_{3\phi}^2 + Q_{3\phi}^2} = \sqrt{3}V_L I_L\end{aligned}$$



(3) 改善功因的方法：

在實功率(P)不變的前提下，降低虛功率(Q)值，即可改善功因，此可由外加電容器組或同步電容機達成。設一系統之有效功率為P，未補償前功率因數為 $\cos\theta$ ，欲補償至功率因數為 $\cos\theta'$ ，由下圖所示之功率三角形可得電容所應提供之 Q_c 值為： $Q_c = Q_1 - Q_2 = P(\tan\theta - \tan\theta')$ ，而所需額定由 S_1 降為 S_2 ，電流亦會隨之減少。



● 三相系統補償電容值之計算 (Capacitor bank calculation)：

(a) Y 接補償電容：

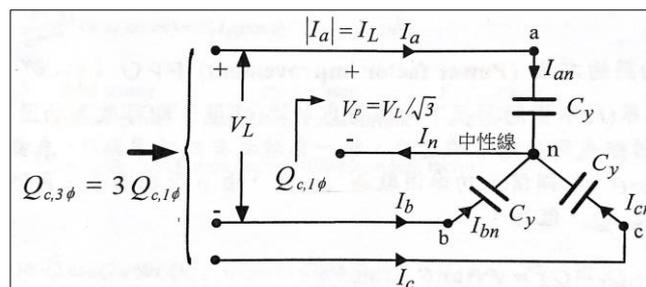
單相及三相電容 Q 值之計算如下：

$$Q_c(1\phi) = \frac{V_p^2}{X_c} = \frac{1}{3} \omega C_y V_L^2$$

$$Q_c(3\phi) = 3Q_c(1\phi) = \omega C_y V_L^2$$

故如所需要總三相電容 Q 值、線電壓 V_L 、頻率，則所需之電容值為：

$$C_y = \frac{Q_c(1\phi)}{\omega V_p^2} = \frac{Q_c(3\phi)}{\omega V_L^2}$$



(b) Δ 接補償電容：

$$Q_c(3\phi) = 3Q_c(1\phi) = 3\omega(C_\Delta V_L^2)$$

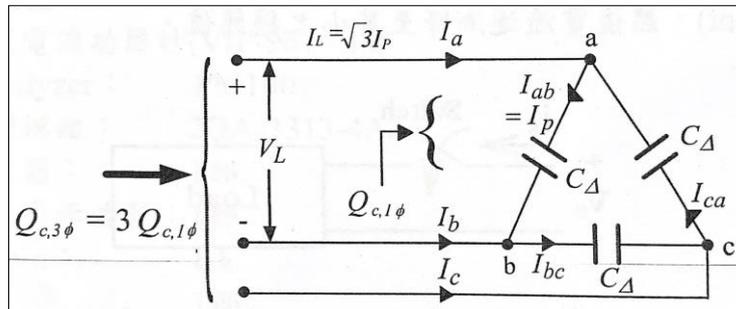
故 Δ 接補償電容為：

$$C_\Delta = \frac{Q_c(3\phi)}{3\omega V_L^2} = \frac{C_y}{3}$$

由以上分析可知，在相同之所需總三相電容 Q 值、線電壓及頻率下

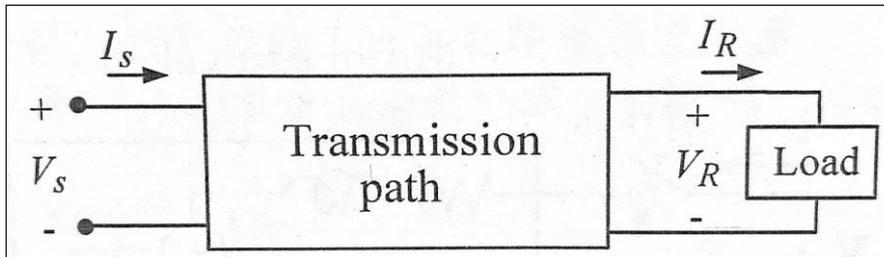
(i) $C_\Delta = \frac{C_y}{3}$;

(ii) 但 C_Δ 所需之耐壓為 C_y 之 $\sqrt{3}$ 倍



(三) 電力系統之電壓降改善

(1) 電壓調節率之定義：



$$VR(\text{Voltage regulation}) \triangleq \frac{|V_{R,NL}| - |V_{R,FL}|}{|V_{R,FL}|} \times 100\%$$

其中：

$$V_{R,NL} = \text{Load voltage at no load}$$

$$V_{R,FL} = \text{Load voltage at full load}$$

(2) 電壓下降的原因

電由送電端經傳輸路徑送至負載端，期間經升壓變壓器、降壓變壓器及輸電線等，這些元件均具有串聯阻抗，電流流過將產生電壓降。

(四) 湧浪電流

(1) 何謂湧浪電流：

任何設備電源開關於 ON 之瞬間，引入相當大的電流突波稱為湧浪電流，然後電流會逐漸降至其小之穩態值。

(2) 產生湧浪電流的設備：

- 白熾燈：電阻隨溫度改變
- 變壓器：激磁電流依磁通之狀況由鐵芯磁滯曲線決定，然鐵芯中磁通 $\phi(t) = (1/N) \int_0^t v_s(t) d\omega t + \phi(0)$, $v_s(t) = \sqrt{2}V \sin(\omega t + \theta)$, θ 之大小係由電源開關 ON 之瞬間決定(因為積分在 0 時會建立初態)。
- 整流器：交流經整流電容濾波，電容之初態電壓可能小至零。
- 馬達：馬達於啟動之瞬間，速度電壓為零($e_g \propto \omega_r$)。

三、實驗項目與步驟

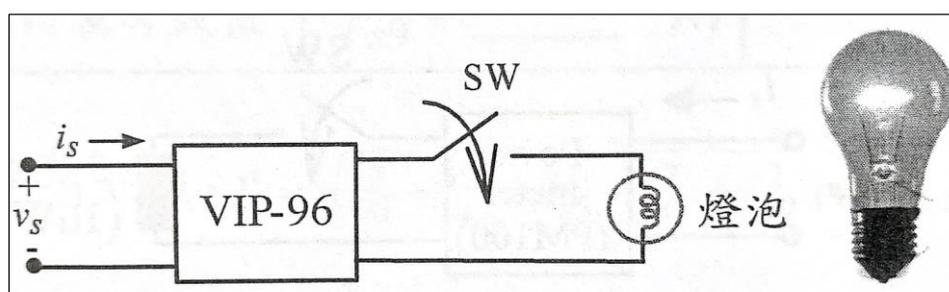
3.1. 白熾燈電阻隨溫度之改變

- (1) 取一個 110V, 100W 白熾燈泡，以 DVM 測其電阻值：

$$R_{cold} = 10.9\Omega$$

- (2) 如下圖接線，調整面板上之自耦變壓器至電壓為 110V，送電，俟燈亮後測量記錄電壓及電流並計算白熾燈泡之等效電阻值：

$$R_{hot} = 139.42\Omega$$



記錄值	未點亮(低溫)	點亮後(高溫)
$V_s(V)$	*****	$V_s = 110V$
$I_s(A)$	*****	$I_s = 789mA$
燈泡電阻值(Ω)	$R_{cold} = 10.9\Omega$	$R_{hot} = 139.42\Omega$

表一、白熾燈電阻隨溫度之改變

(3)

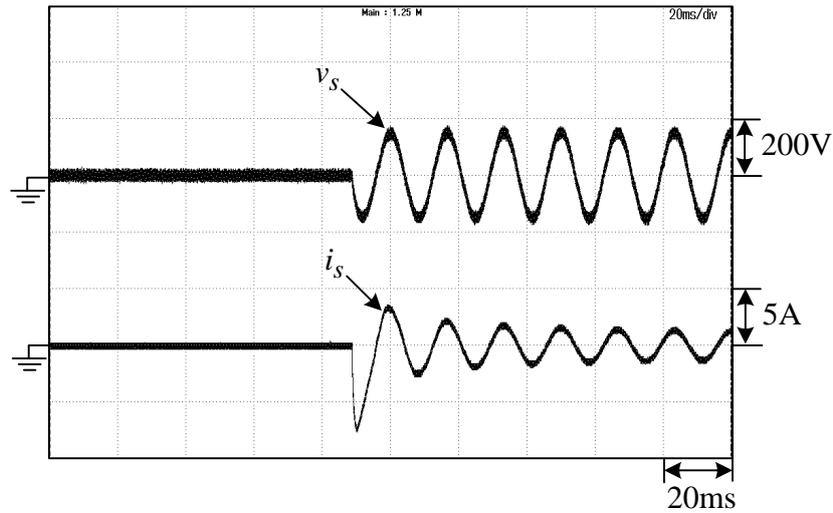
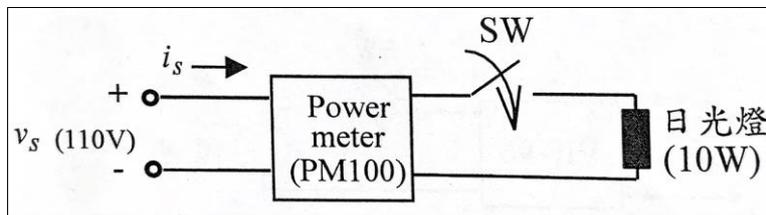


Fig. 3.1. SW ON 瞬間，白熾燈(v_s, i_s)之暫態波形

如同表一的量測數據，在低溫未點亮時，燈泡的電阻值較小，所以剛點亮瞬間會有較大的電流流過。當燈泡點亮後，溫度逐漸上升，燈泡電阻也隨之上升，電流也就逐漸變小，而後進入穩態。

3.2. 日光燈之功因及電流諧波特性的



(1) 列印(v_s, i_s)之波形，並評述之：

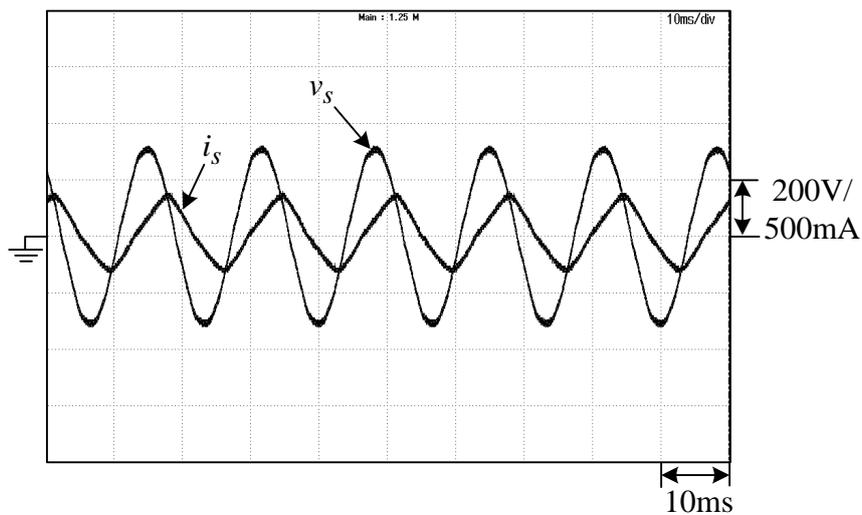


Fig. 3.2. 日光燈之(v_s, i_s)波形

由 Fig. 3.2 我們可以發現，電流波形明顯落後於電壓波形，這會導致 PF 下降並影響效率，且電流波形有諧波失真的現象。

(2) 記錄電壓、電流、功率、功因：

記錄值	電流諧波特性和	電壓及功因
總有效值	$I_S = 208.8mA$	$V_S = 109.76V$ $PF = 0.532$
基本波有效值	$I_{S1} = 203.9mA$	
第三次諧波有效值	$I_{S3} = 0.91\% * I_{S1}$	
第五次諧波有效值	$I_{S5} = 0.75\% * I_{S1}$	
第七次諧波有效值	$I_{S7} = 1.3\% * I_{S1}$	
第九次諧波有效值	$I_{S9} = 0.40\% * I_{S1}$	

表二、日光燈之功因及電流諧波特性和

$$\text{計算估算之有效值 } I'_S = \sqrt{I_{S1}^2 + I_{S3}^2 + I_{S5}^2 + I_{S7}^2 + I_{S9}^2} = 203.93mA,$$

若估算進更高次諧波會得到較為接近量測之總有效值。

3.3. 功因之改善

(1) 變壓器等效串聯阻抗之測量

單相變壓器之額定為 1.0kVA，110/220V，60Hz

a. 短路測試(低壓側短路，高壓側之電壓由零加至額定電流)

記錄值	短路測試	變壓比
$V_S(V) =$	15.7V	$a = 1.96$
$I_S(A) =$	4.55A	
$P_S(W) =$	68.4W	

表三、短路測試記錄

b. 求參考至高壓側近似等效電路之等效串聯阻抗：

$$Z_{eqH} = (R_H + a^2R_L) + j(X_H + a^2X_L) = 3.304 + 0.996j$$

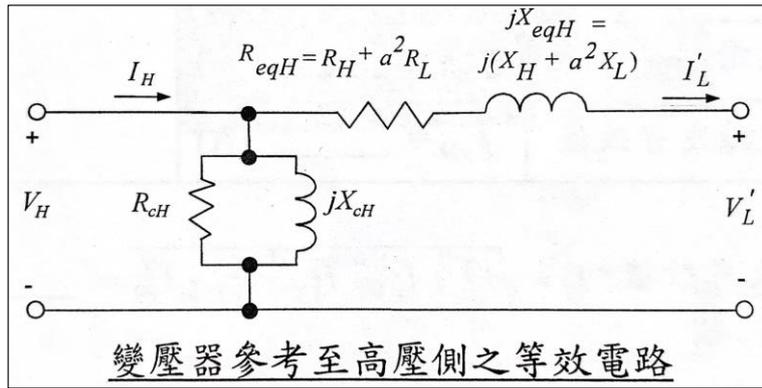
$$\rightarrow P_S = I_S^2(R_H + a^2R_L) = 68.4W$$

$$\rightarrow R_H + a^2R_L = 68.4/(4.55)^2 = 3.304 \Omega$$

$$\rightarrow V_S/I_S = 3.451 = \sqrt{(R_H + a^2R_L)^2 + (X_H + a^2X_L)^2}$$

$$\rightarrow X_H + a^2X_L = 0.996 \Omega$$

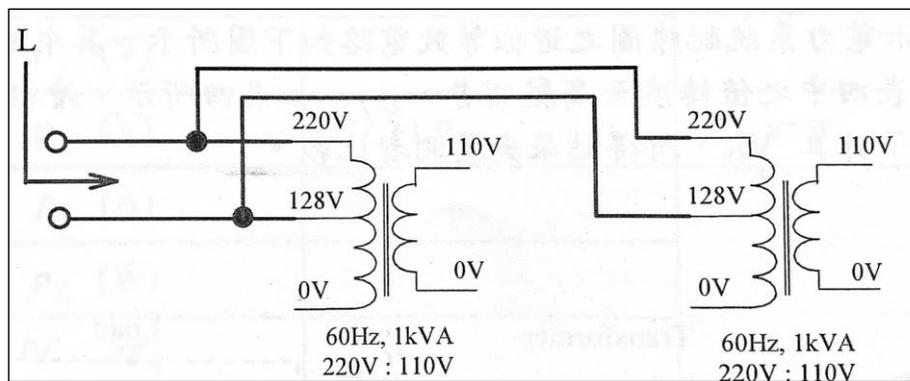
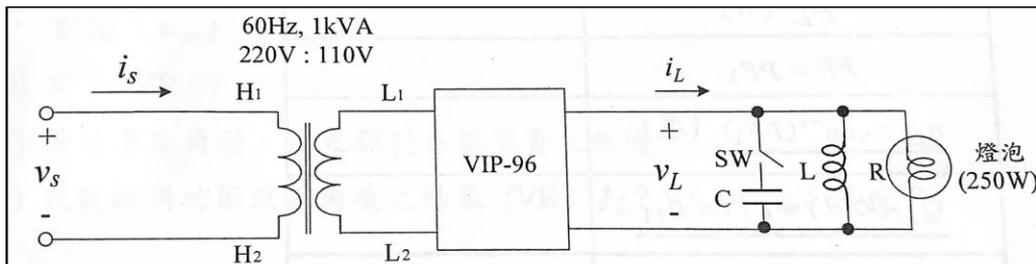
$$\rightarrow Z_{eqH} = 3.451 \angle 16.78^\circ$$



(2) 系統接線及量測

a. 依下圖接線：

- 電感：以兩個單相變壓器代用(以其磁化電感做為電感性負載)
- 電容：利用電容箱 $28\mu\text{F}/450\text{V}$
- 變壓器：利用上列之單相電壓器



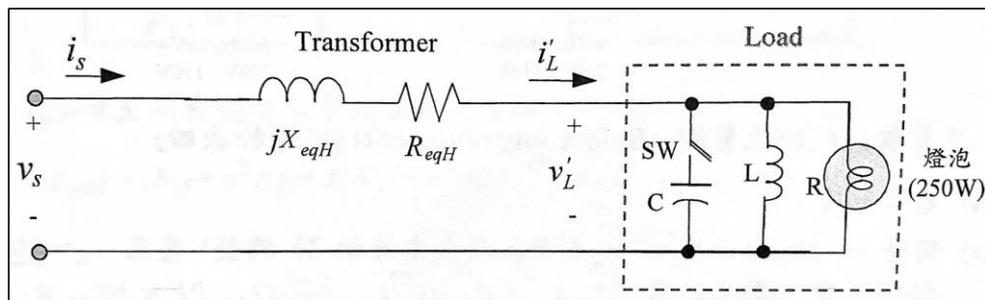
b. 改善前系統特性量測

- (i) 電容不接。
- (ii) 調整 v_s 直到 $v_L = 90\text{V}$ ，保持不變，測試記錄：
 $V_s, V_L = V_{L,FL}, I_L, P_L, Q_L, PF = PF_1, \theta_{L1}$ 。
- (iii) v_s 保持不變，將負載 Open(VIP-96 至負載間不接)，以 DVM 測試
 記錄： $V_s, V_L = V_{L,NL}$ 。
- (iv) 計算 VR。

測試項目	額定負載	空載
$V_s(V)$	184V	185.8V
$V_L(V)$	$V_{L,FL} = 90V$	$V_{L,NL} = 92.7$
$I_L(A)$	931mA	
$P_L(W)$	77W	
$PF = PF_1$	0.91	
$\theta_{L1} = \cos^{-1}(PF_1)$	23.07°	
$Q_{L1}(VAR) = P_L \tan \theta_{L1}$	32.80VAR	
$VR = \frac{V_{L,NL} - V_{L,FL}}{V_{L,FL}} \times 100\%$	$VR = 3\%$	

表四、功因改善前之負載特性

(v) 上示電力系統配線圖之近似等效電路如下圖所示，其中(i'_L, V'_L)為表四中之值轉換至高壓側者， θ_{L1} 如表四所示，繪向量圖並列式計算 VR，所得結果與量測者比較。



→ 由前面小題，我們已知 $Z_{eqH} = 3.451 \angle 16.78^\circ = 3.304 + 0.996j$

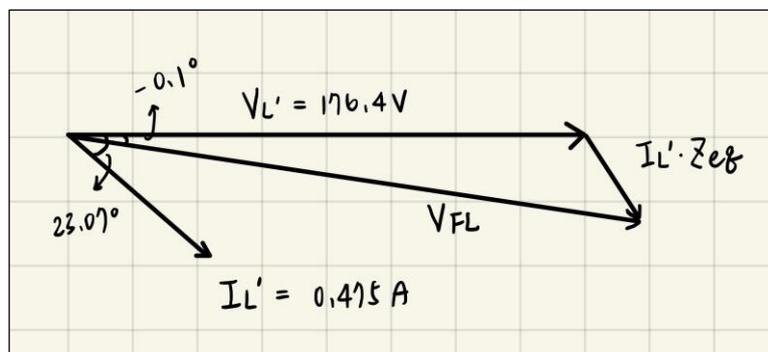
→ 對應到高壓側的電壓為： $V_1 = V'_2 + I_1 \cdot Z_{eqH} = aV_2 + \frac{I_2}{a} \cdot Z_{eqH}$

→ $V_{FL} = 1.96 * 90 + (0.475 \angle -23.07^\circ) \times (3.304 + 0.996j) = 178.03 \angle -0.1^\circ$

→ $V_{NL} = 1.96 * 92.7 = 181.69 \angle 0^\circ$

→ $VR = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} * 100\% = \frac{181.69 - 178.03}{178.03} * 100\% = 2.1\%$

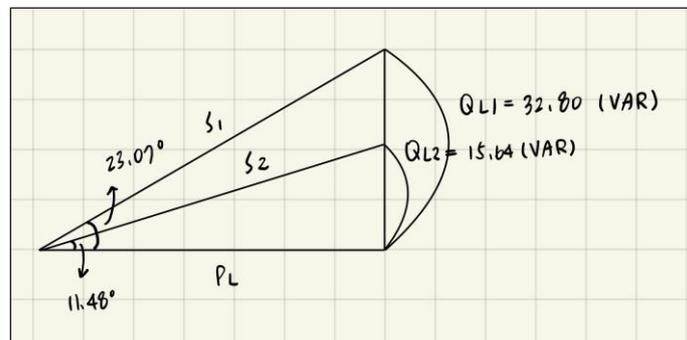
→ 推測計算與量測之誤差來自變壓器的轉換比



c. 改善後系統特性量測

- (i) 電容接上。
- (ii) 調整 v_s 直到 $v_L = 90V$ ，保持不變，測試記錄：
 $V_s, V_L = V_{L,FL}, I_L, P_L, Q_L, PF = PF_2, \theta_{L2}$ 。
- (iii) v_s 保持不變，將負載 Open(VIP-96 至負載間不接)，以 DVM 測試記錄： $V_s, V_L = V_{L,NL}$ 。
- (iv) 計算 VR。
- (v) 繪功率三角形，由之探討系統容量之改變。
- (vi) 比較說明功因改善前後之結果(VR? I_L ? VA rating? 其它?)

測試項目	額定負載	空載
$V_s(V)$	183.9V	185.2V
$V_L(V)$	$V_{L,FL} = 90V$	$V_{L,NL} = 92.3$
$I_L(A)$	867mA	
$P_L(W)$	77W	
$PF = PF_2$	0.99	
$\theta_{L2} = \cos^{-1}(PF_2)$	11.48°	
$Q_{L2}(VAR) = P_L \tan \theta_{L2}$	15.64VAR	
$VR = \frac{V_{L,NL} - V_{L,FL}}{V_{L,FL}} \times 100\%$	$VR = 1.26\%$	



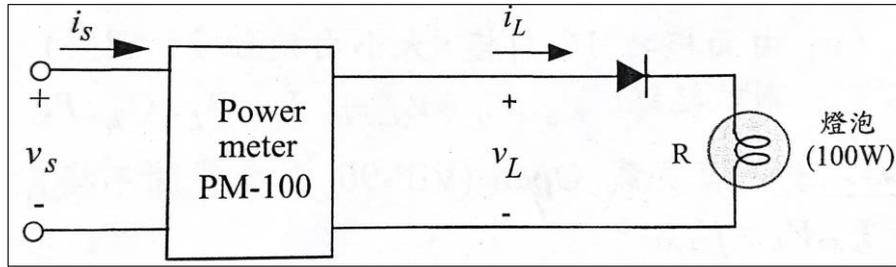
$$S1 = 83.69 \angle 23.07^\circ$$

$$S2 = 78.57 \angle 11.48^\circ$$

比較改善前後的系統，VR 顯著降低，所需之額定也從 S1 下降至 S2，藉由電容的加入，除了可以改善功因，也有穩定負載電壓的效果，而電流 I_L 也隨之減少。

3.4. 電力電子負載電流諧波特性

(1) 依下圖接線：



- (2) 調整 v_s 直到 $v_L = 110V$ ，測試記錄： $i_s = i_L$ 電流之各次諧波成份。
 (3) 以電力示波器量測並繪出 (v_s, i_s) 之波形，記錄弦波波之峰值，求 i_s 波形之 Fourier Series，結果與所得者比較。

記錄值	電流諧波特性
總有效值	$I_s = 651.9mA$
基本波有效值	$I_{s1} = 460.7mA$
第二次諧波有效值	$I_{s2} = 42.93\% * I_{s1}$
第三次諧波有效值	$I_{s3} = 0.62\% * I_{s1}$
第四次諧波有效值	$I_{s4} = 8.91\% * I_{s1}$
第五次諧波有效值	$I_{s5} = 1.06\% * I_{s1}$
第六次諧波有效值	$I_{s6} = 2.62\% * I_{s1}$

$$\text{計算之有效值 } I'_S = \sqrt{I_{s1}^2 + I_{s2}^2 + I_{s3}^2 + I_{s4}^2 + I_{s5}^2 + I_{s6}^2} = 503.21mA$$

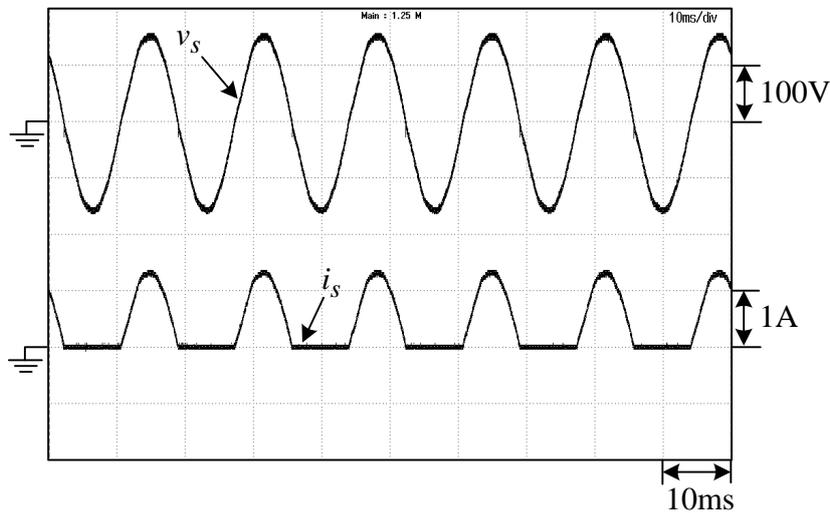


Fig. 3.3. 半波整流之 (v_s, i_s) 波形

半波整流器為運用 diode 來實現整流，從 Fig. 3.3 可以觀察到 i_s 只剩下正半週期的部份。

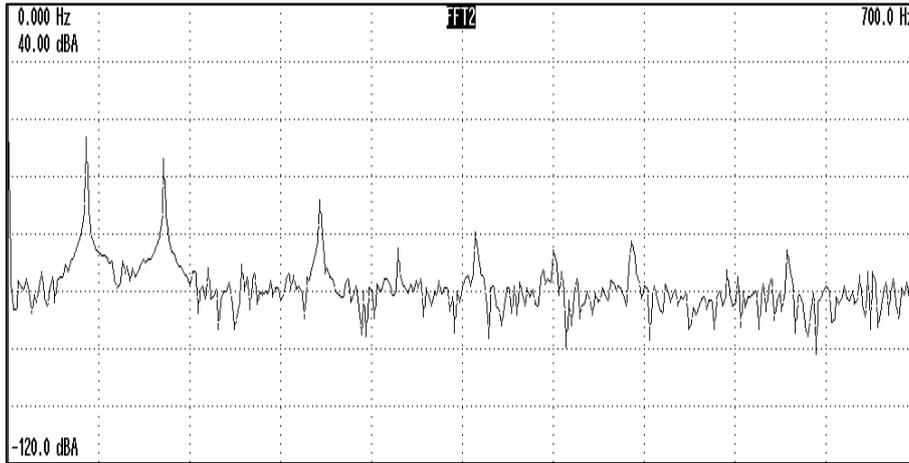


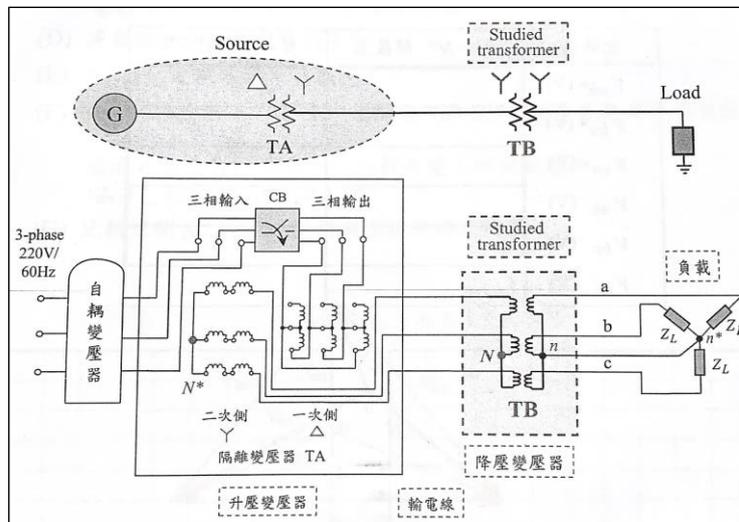
Fig. 3.4. 半波整流之 i_s FFT

由 Fig. 3.4 可以得知，二次諧波峰值相當高，而偶次諧波峰值明顯，且各偶次諧波皆高於前一項之奇次諧波，與我們測得的結果相同。

3.5. 電力系統 Y-Y 接線之相關問題量測

(1) 確認實驗桌上電源盤之自耦變壓器調在電壓為零，按下圖接線：

三相隔離變壓器 TA 作為升壓變壓器，TB 為所研習之 Y-Y 接降壓變壓器。於此使用隔離變壓器當升壓變壓器，因此隔離變壓器模組內部具有較靈敏之斷路器，可達到更安全保護之目的。



(2) 諧波問題

- $N - N^*$ 之間不接。
- 接上三相平衡 Y-Connected 負載(三個 100W 燈泡 Y-Connected)。
- 檢查接線無誤後，將 TA 之開關 CB ON，調整自耦變壓器使負載電壓 $V_{an} = 110V$ ，保持不變，測試記錄： $V_{an^*}, V_{bn^*}, V_{cn^*}, V_{ab}, V_{bc}, V_{ca}$ 。
- 以電力示波器量測並繪出 (V_{an}, V_{ab}) 之波形。
- $N - N^*$ 之間接上，負載同上。
- 檢查接線無誤後，將 TA 之開關 CB ON，調整自耦變壓器使負載電壓

- $V_{an} = 110\text{V}$ ，保持不變，測試記錄： $V_{an^*}, V_{bn^*}, V_{cn^*}, V_{ab}, V_{bc}, V_{ca}$ 。
- g. 以電力示波器量測並繪出(V_{an}, V_{ab})之波形。
 - h. 應用電力示波器之配件 Current gun 量測並繪出(I_{N^*-N})之波形，並說明中性線上電流之特性。
 - i. 比較說明 $N - N^*$ 之間接與不接所得之結果。

記錄值	$N - N^*$ 間接上	$N - N^*$ 間不接
$V_{an^*}(\text{V})$	110 V	110.2 V
$V_{bn^*}(\text{V})$	111.7 V	111.9 V
$V_{cn^*}(\text{V})$	110.3 V	113.1 V
$V_{ab}(\text{V})$	192.6 V	181.3 V
$V_{bc}(\text{V})$	193.7 V	185.9 V
$V_{ca}(\text{V})$	192.9 V	184 V

表七、平衡 Y-Connected 負載中性線浮接特性測試

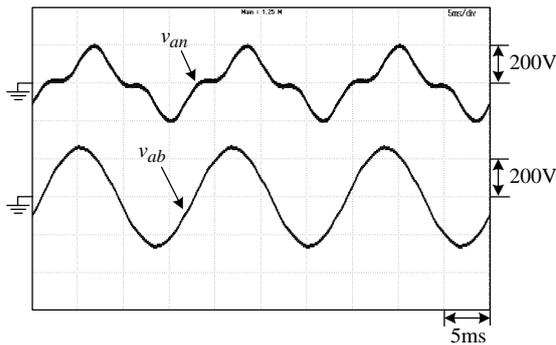


Fig. 3.5. $N - N^*$ 不接之(v_{an}, v_{ab})波形

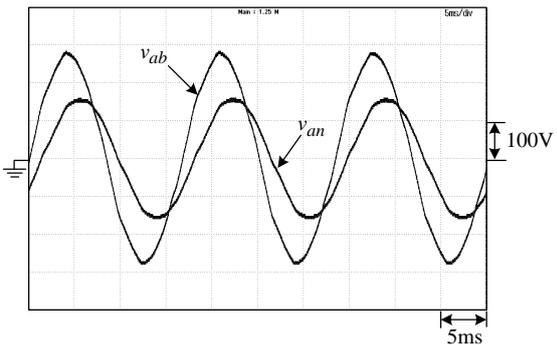


Fig. 3.6. $N - N^*$ 接上之(v_{an}, v_{ab})波形

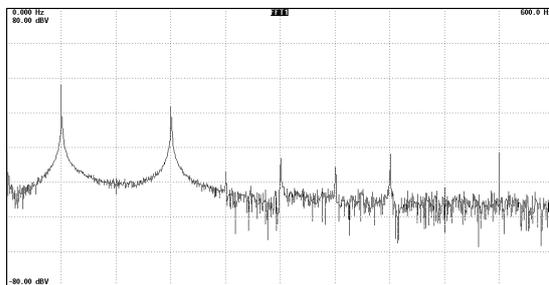


Fig. 3.7. $N - N^*$ 不接之 v_{an} FFT

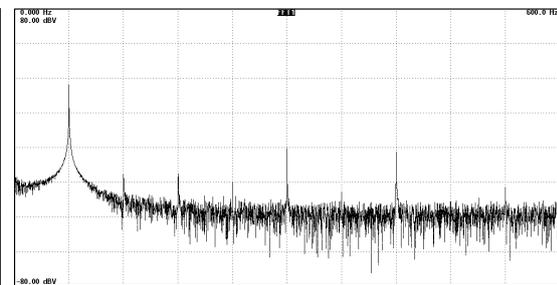


Fig. 3.8. $N - N^*$ 接上5之 v_{an} FFT

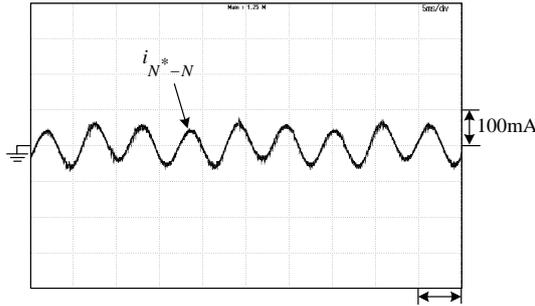


Fig. 3.9. I_{N^*-N} 波形

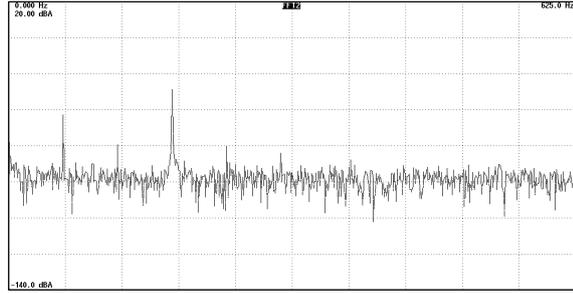
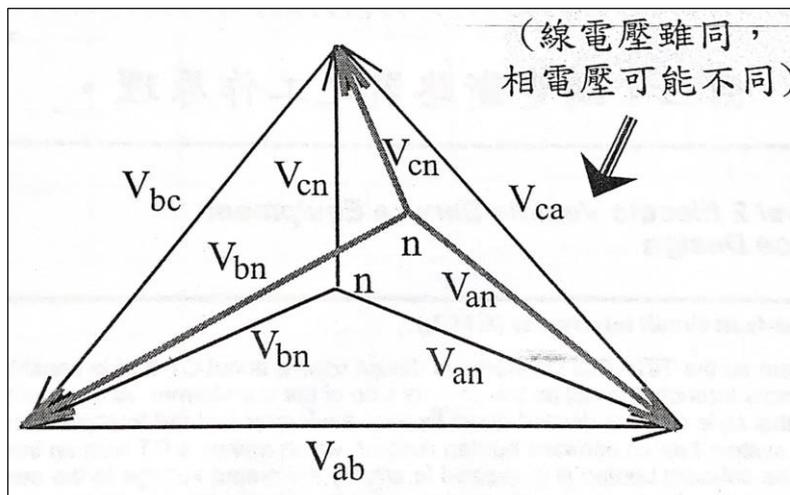


Fig. 3.10. I_{N^*-N} 之 FFT

比較 Fig. 3.5 與 Fig. 3.6 可以發現， $N - N^*$ 不接之 v_{an} 波形嚴重失真，從 Fig. 3.7 的 FFT 也可以觀察到 $N - N^*$ 未接會產生三次諧波電壓，這是因為三次諧波電流沒有流通路徑，導致電壓被迫產生三次諧波，所以會看到 Fig. 3.5 v_{an} 波形嚴重失真的現象。

(3) 中性點浮動問題

- a. $N - N^*$ 之間接上。
- b. 接上三相不平衡 Y-Connected 負載(60W, 100W, 250W 各一個接成 Y-Connected)。
- c. 檢查接線無誤後，將 TA 之開關 CB ON，調整自耦變壓器使負載電壓 $V_{an} = 110V$ ，保持不變，測試記錄： $V_{an^*}, V_{bn^*}, V_{cn^*}, V_{ab}, V_{bc}, V_{ca}$ 。
- d. 將自耦變壓器之電壓調整至零。
- e. $N - N^*$ 之間不接，負載同上。
- f. 檢查接線無誤後，將 TA 之開關 CB ON，調整自耦變壓器使最亮的燈泡之電壓為 110V 為止，保持不變，測試記錄： $V_{an^*}, V_{bn^*}, V_{cn^*}, V_{ab}, V_{bc}, V_{ca}$ 。
- g. 比較說明 $N - N^*$ 之間接與不接所得之結果。



記錄值	$N - N^*$ 間接上	$N - N^*$ 間不接
$V_{an^*}(V)$	110 V	110.2 V
$V_{bn^*}(V)$	111.7 V	114.2 V
$V_{cn^*}(V)$	106.3 V	29.4 V
$V_{ab}(V)$	192.7 V	136.3 V
$V_{bc}(V)$	189.2 V	131.8 V
$V_{ca}(V)$	186.4 V	131.9 V

表八、不平衡 Y-Connected 負載中性線浮接特性測試

由於負載不同，我們發現電壓產生三相不平衡的現象。在 $N - N^*$ 接上的狀態下，各相電壓並沒有顯著的差異，但在 $N - N^*$ 不接的狀態下就可以觀察到相電壓差距很大， V_{cn^*} 只掉到剩下 29.4V。

3.6. 漏電斷路器之工作原理及一些典型電器設備之用電特性

(1) 漏電斷路器之工作原理

- 如下圖接線， S_1 open, $i_1 = i_2$ ，量測 v_s 及 v_o 之波形， v_o 是否趨近於零？
- 令 S_1 closed 以模擬漏電，量測 v_s 及 v_o 之波形， v_o 是否不為零？
($i_2 = (i_1 - i_G) \neq i_1$).

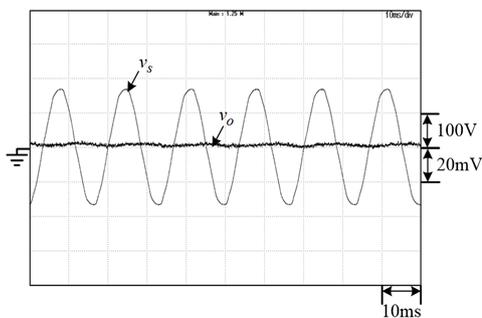
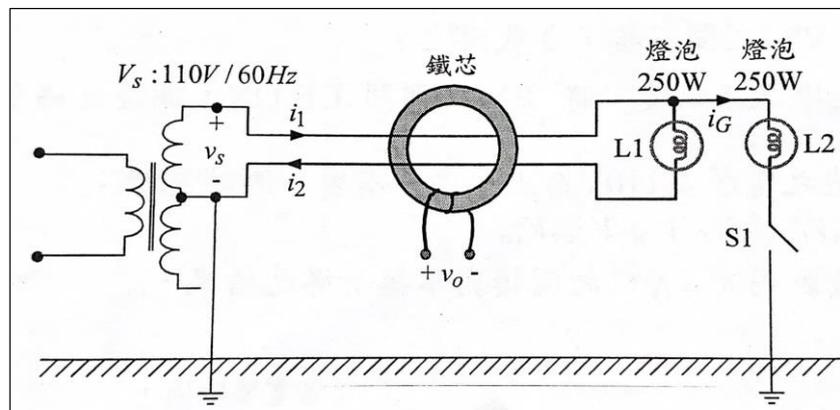


Fig. 3.11. 未漏電之 v_s 及 v_o ， $v_o \approx 0$

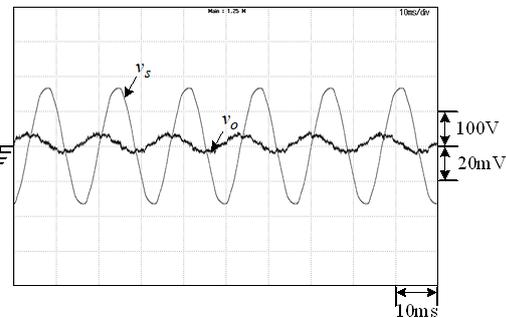


Fig. 3.12. 漏電之 v_s 及 v_o ， $v_o \neq 0$

當 S_1 open時， $i_1 = i_2$ ，因此鐵芯不會有磁通產生， $v_o \approx 0$ 。

當 S_1 closed時， $i_G \neq 0$ ，導致 $i_1 \neq i_2$ ，所以鐵芯中產生磁通，進而產生 v_o 。

(2) 典型電氣設備之用电特性

a. 將一部個人電腦之電源線插交流電源，測試記錄：

廠牌：Lenovo ADLX45YLC3D

面板標示之額定：

頻率：50~60Hz； 電壓：100~240V

電流：1.3A； 功率：45W

廠牌：YOKOGAWA

面板標示之額定：

頻率：50~60Hz； 電壓：100~240V

電流：1.3A； 功率：170VA

b. 量測 v_s 及 i_s 之波形，並討論之。

c. 量測值：

Lenovo

電壓：120V； 電流：484mA(rms)； 功率：56W； PF：0.62

YOKOGAWA

電壓：120V； 電流：484mA(rms)； 功率：56W； PF：-0.97

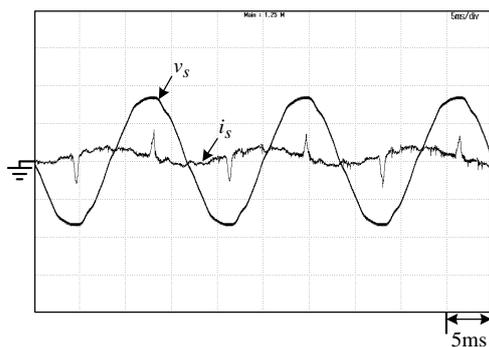


Fig. 3.13. Lenovo 關機狀態

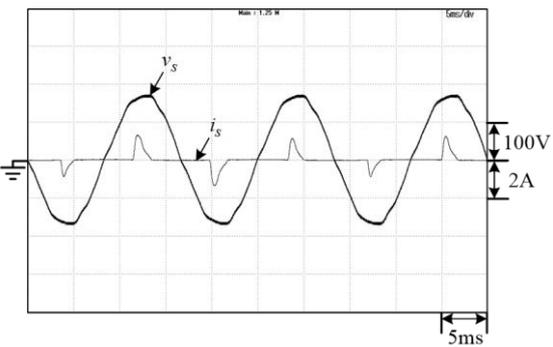


Fig. 3.14. Lenovo 開機狀態

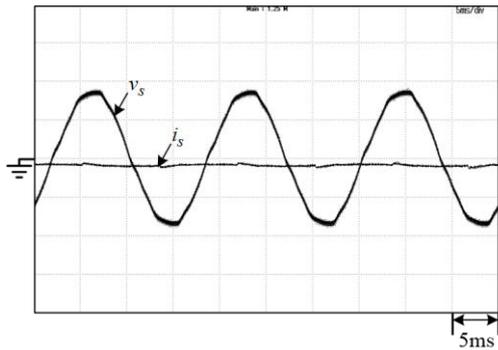


Fig. 3.15. YOKOGAWA 關機狀態

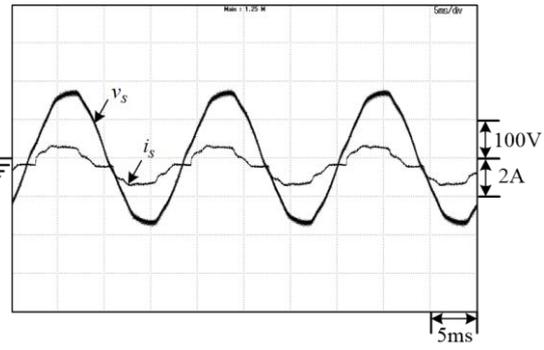


Fig. 3.16. YOKOGAWA 開機狀態

比較各電腦的開機狀態以及關機狀態可知，在開機狀態時，充電電流明顯較關機充電時來的大。

3.7. 環境磁場之量測

導體中流通之交流電流將於其它周圍產生磁場，進而在其鄰近之電路或裝置感生干擾電壓，愈強及愈高頻之交流電流其影響程度愈大。至於磁場對人體健康影響報導之可信度尚難判斷，但仍應盡量避免暴露在高強度之磁場環境下。

- 導線之磁場：單相二線如無漏電及三相三線式之三相電流為平衡，在線束外側之合成磁場很小。
- 電器設備：大功率之電磁電氣設備，如無妥善之磁屏蔽，常會有外漏之磁場，這些設備如變壓器、電磁爐、微波爐、電視機、電腦之監視器 (Monitor)...等。
- 量測儀器：F.W. Bell 公司出產之 Triaxial ELF Magnetic Field Meter (Model 4080)，可用以量測顯示三度空間磁場向量大小： $B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$ 。

(1) 導線磁場之量測：記錄負載電流及周圍磁通密度，並登記於下方表中。
負載電流：2.12A(250W 燈泡)

單位 (cm)	內部		外部										
	0	10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
右 (mG)	110	347	347	15	4.7	2.4	1.2	0.7	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1
左 (mG)	110	124	122	18.4	5.5	2.4	1.3	0.7	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1

(2) 微波爐周圍磁場之量測：記錄負載電流及周圍磁通密度，並登記於下方表中。

負載電流：15.5A

	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
右 (mG)	>500	267	117	59.1	35.8	22.9	15.3	10.9	7.6	5.9	4.6
右前 (mG)	355	113	57.9	33.5	21.2	14.8	9.6	7	5.2	4.1	3.1
前 (mG)	225	108	58	33.2	21.1	14.9	10	7.5	5.5	4.2	3.6
左前 (mG)	46.3	28.7	20	13.6	9.7	7.1	5.5	4	3.1	2.6	2
左 (mG)	59.7	36.5	24	16.5	11.1	8.2	6	4.7	3.6	3	2.4

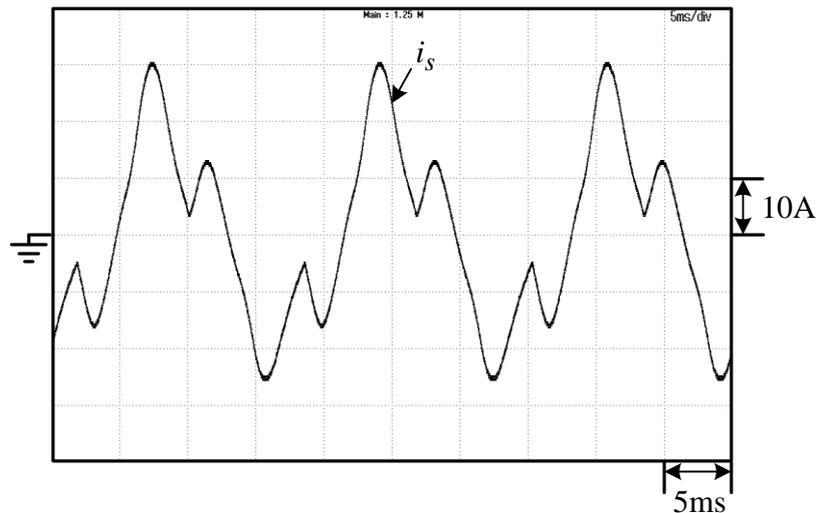


Fig. 3.17. 微波爐電流波形

四、實驗心得

這次實驗著重在電力品質的量測，在工業的應用中如何提高電力使用效率以及電力品質一直是工程師所追求的目標。而在本實驗中我也學習並且觀察到負載是如何影響到 source 電流以及整體系統效率，這讓我連結到我專題的題目 Buck-Boost cascade SMR 具功因矯正的結構，在換流的同時也矯正功因提高效率，的確是不錯的電力結構。而在量測變壓器相電壓的部分，透過示波器 FFT 的功能清楚的觀察到中性點未連接導致的三次諧波頻譜，也更讓我對變壓器有了更進一步的認識。