

高雄市高英高級工商職業學校

Kao Ying Industrial Commercial Vocational High School

專題製作報告



小型變壓器

指導老師：蘇志雄 老師

科別班級：電機科 3 年 3 班

組 長：王俊傑(01)

組 員：湯洛軍(07)、鍾子堅(11)、張皓偉(03)

吳富山(02)

中 華 民 國 103 年 6 月

## 誌謝

首先感謝高英工商陳德松校長提倡教師專業本位之學術研究專題製作，以教師專業領域跨於教師帶領學生深入專題製作的依據，使學生這門專題製作課程有一個遵循規範，並了解實質專題製作的學習意義及專業探討研究的精神，如此便能使教師及學生在專業研究領域中不斷追求專業，並養成專業科技人的涵養。

在製作專題的這段期間內，有很多的不順利，經過一次又一次的爭執之後，終於討論出最好的方式，也在期限內完成了此專題，專題製作出來後，大家看著成果，心裡也覺得很值得。

## 中文摘要

在夜晚看書時，有時會覺得台燈的光線過於刺眼，導致無法專心看書，現在，只要在插頭上多插上這個燈光調節器，就能輕鬆的調節光線，認真讀書了。

**關鍵詞：**泵浦、阿基米得螺旋葉片、節能

# 目錄

誌謝 .....	i
中文摘要 .....	ii
目錄 .....	iii
表目錄 .....	iv
圖目錄 .....	v
壹、前言 .....	1
一、製作動機 .....	1
二、製作目的 .....	1
三、製作架構 .....	2
貳、理論探討 .....	3
一、變頻器原理 .....	3
二、船槳的葉片數量、速度及扭力對螺旋推進器的影響 .....	6
三、交流馬達 .....	8
四、螺旋泵浦介紹 .....	9
五、螺旋泵浦特點 .....	9
六、螺旋泵浦功能 .....	10
七、「泵」的歷史 .....	11
八、「泵」的分類 .....	17
九、阿基米德螺線 .....	18
參、專題製作 .....	19
一、設備及器材 .....	19
二、團隊任務配置 .....	22
肆、製作成果 .....	23
一、製作過程 .....	23
二、討論與比較 .....	24
三、製作成果與功能介紹 .....	25
四、專題特色 .....	27

伍、結論與建議 .....	28
一、結論 .....	28
二、建議 .....	29
陸、參考文獻 .....	30

## 表目錄

表 1	使用儀器設備一覽表 .....	19
表 2	使用材料 .....	20
表 3	專題製作計畫書 .....	21
表 4	工作進度甘特圖 .....	22

# 圖目錄

圖 1	螺旋推進器正視圖 .....	1
圖 2	專題製作架構圖 .....	2
圖 3	小型變頻器實體圖 .....	5
圖 4	螺旋推進器之模擬圖 .....	6
圖 5	螺旋推進器受力分布圖 .....	7
圖 6	變頻器系統運作原理 .....	19
圖 7	變頻器電路架構 .....	19
圖 8	內部轉子機構 .....	19
圖 9	外部定子機構 .....	19
圖 10	阿基米德螺桿示意圖 .....	19
圖 11	直流無刷伺服馬達的定子電樞三相接線結構圖 .....	20
圖 12	雙槳 .....	20
圖 13	三槳以上 .....	20
圖 14	木槳 .....	20
圖 15	塑膠槳 .....	20
圖 16	碳纖槳 .....	20
圖 17	螺旋葉片鑲嵌在圓柱型永久磁鐵內設計 .....	24
圖 18	阿基米德螺旋葉片 .....	21
圖 19	阿基米德螺旋葉片剖面圖 .....	21
圖 20	模型船正視圖 .....	21
圖 21	變頻器 .....	21
圖 22	模型船背視圖 .....	21
圖 23	模型船螺旋槳圖 .....	21
圖 24	模型船遙控器 .....	22
圖 25	模型船充電電池 .....	22
圖 26	電池充電器 .....	22
圖 27	模型船馬達 .....	22
圖 28	模型船內構圖 .....	22
圖 29	帶電流之導體在磁場所受之作用力 .....	24
圖 30	船動螺旋推進器之構想圖 .....	24

# 壹、前言

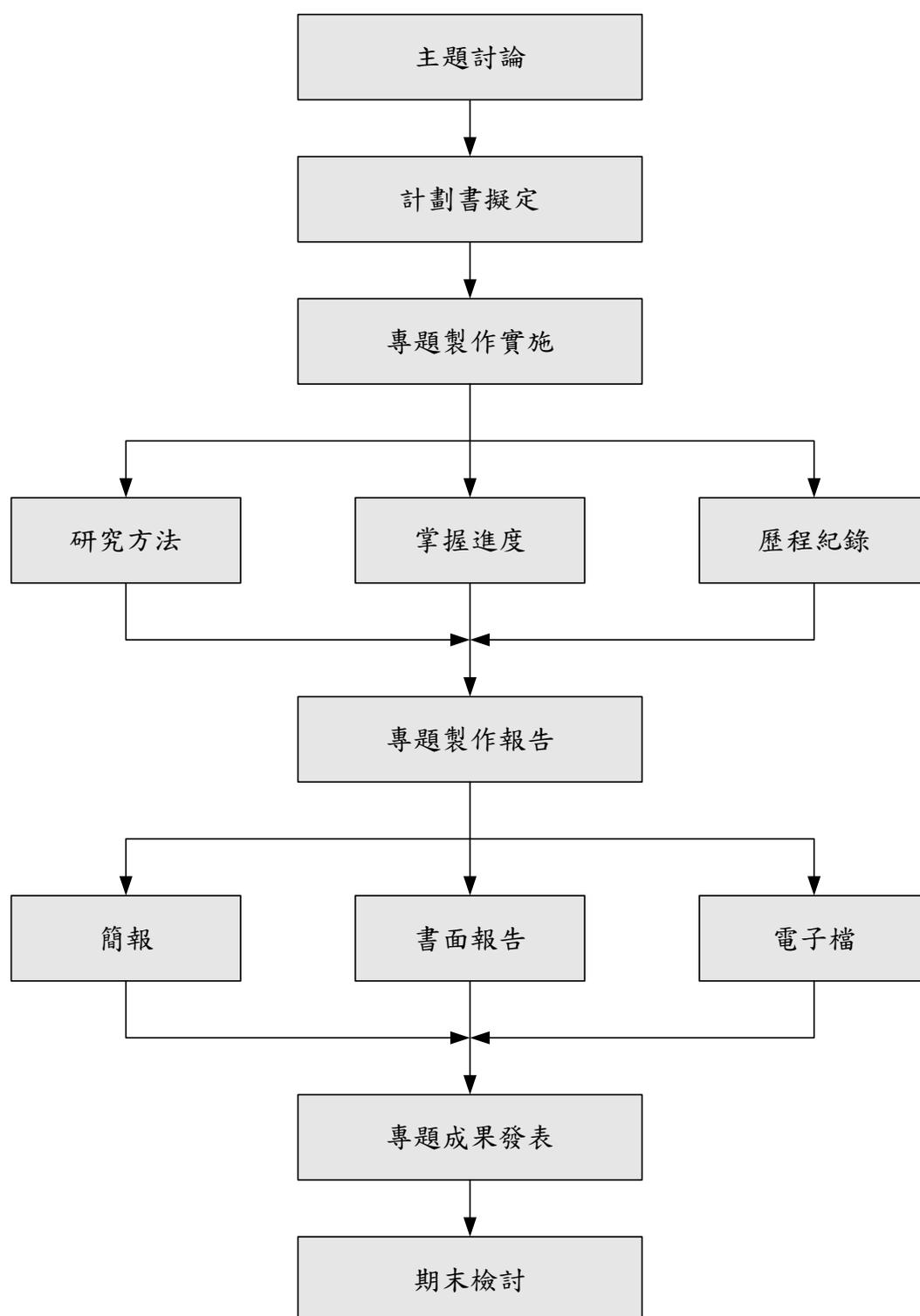
## 一、製作動機

本創意利用內轉子型無刷馬達之概念做為技術基礎，於內轉子中央設置螺旋葉片本體，由不同極性之永久磁鐵來包覆；而定子部分為電樞，由三相平衡線圈加入變頻之三相平衡電源，產生調變之同步旋轉磁場，用以控制轉子由永久磁鐵所包覆之螺旋葉片轉動(葉片數可設計成多葉方式)，進而帶動水流噴射用以船舶推進之用。

## 二、製作目的

此專題的目的為調節電壓，讓電器的電壓隨著自己的需要變大電小，例如電風扇，如果決的風量不想那麼大的話就能用這個來調節，電燈也是如此，有時候會覺得燈光太刺眼，現在，只要調整一下轉扭，就能改變光線的明暗，讓自己在最適當的光線下做事。

### 三、製作架構



圖(1) 專題製作架構圖

## 貳、理論探討

### 一、變壓器歷史

法拉第在西元 1831 年 8 月 29 日發明了一個「電感環」。這是第一個變壓器，但法拉第只是用它來示範電磁感應原理，並沒有考慮過它可以有實際的用途。

西元 1881 年，戈拉爾路森和約翰狄克遜吉布士在倫敦展示一種稱為「二次手發電機」的設備，然後把這項技術賣給了美國西屋公司，這可能是第一個實用的電力變壓器，但並不是最早的變壓器。

西元 1884 年，戈拉爾路森和約翰狄克遜吉布士在採用電力照明的義大利都靈市展示了他們的設備。早期變壓器採用直線型鐵心，後來被更有效的環形鐵心取代。

西屋公司的工程師威廉·史坦雷從喬治·威斯汀豪斯、戈拉爾路森與約翰狄克遜吉布士買來變壓器專利以後，在西元 1885 年製造了第一台實用的變壓器。後來變壓器的鐵心由 E 型的鐵片疊合而成[來源請求]，並於西元 1886 年開始商業運用。

變壓器變壓原理首先由法拉第於發現，但是直到十九世紀 80 年代才開始實際應用。在發電場應該輸出直流電和交流電的競爭中，交流電能夠使用變壓器是其優勢之一。變壓器可以將電能轉換成高電壓低電流形式，然後再轉換回去，因此大大減小了電能在輸送過程中的損失，使得電能的經濟輸送距離達到更遠。

如此一來，發電廠就可以建在遠離用電的地方。世界大多數電力經過一系列的變壓最終才到達用戶那裡的。

## 二、變壓器基本原理

其實所有變壓器的原理都是一樣的。

『變壓器』顧名思義，當然就是改『變』電『壓』的『器』具。

它有兩組線圈，分別為【一次測】和【二次測】。

【一次測】就是您目前所僅有的電壓；

【二次測】就是您想要擁有的電壓。

當然，這只是變壓器最基本的概念，因為如果真要把變壓器的原理細說，那可是千言萬語阿。

不過我覺得主要目的，應當不是想要知道那些厚重的學問與計算公式，

我覺得您應當是想知道電線桿上的變壓器，與一般常見的變壓器有何不同。

其實『三相變壓器』，您可以把它想成是『三個單相變壓器』，只不過製造者將其合而為一，其原理都是一樣的。

除此之外您一定還想知道，那為何電線桿上的變壓器，

長的和一般常見的變壓器完全不一樣。

那是因為一般常見的變壓器都是低壓電用的，但是電線桿上的變壓器可是高壓電用的，所以它有很像蛋糕一圈一圈的東西，那個東西叫……『絕緣礙子』。

目的是為了讓變壓器的外殼，能和高壓電做適當間隔。

除此之外電線桿上的變壓器，常常都是『油浸式』的，也就是說它浸泡在絕緣油裡面。

而且它的外表通常是有「鰭片」的，這樣它會比較容易散熱。

一個簡單的單相變壓器由兩塊導電體組成。當其中一塊導電體有一些不定量的電流（如交流電或脈沖式的直流電）通過，便會產生變動的磁場。根據電磁的互感原理，這變動的磁場會使第二塊導電體產生電勢差。假如第二塊導電體是一條閉合電路的一部份，那麼該閉合電路便會產生電流。電力於是得以傳送。

在通用的變壓器中，有關的導電體是由（多數為銅質的）電線組成線圈，因為線圈所產生的磁場要比一條筆直的電線大得多。

變壓器的原理是由變化的電壓加到原線圈在磁芯上產生變化的磁場，從而激發其他線圈產生變化的電動勢。原線圈、副線圈的電壓  $V_S$ ,  $V_P$  和兩者的繞線的匝數  $N_S$ ,  $N_P$  之間有正比的關係。

至於變壓器兩方之間的電流或電壓比例，則取決於兩方電路線圈的圈數。圈數較多的一方電壓較高但電流較小，反之亦然。如果撇除洩漏等因素，變壓器兩方的電壓比例相等於兩方的線圈圈數比例，亦即電壓與圈數成正比。以算式表示如下：

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}。$$

另外，主副線圈中的電流按照線圈圈數成反比，如下式：

$$I_s N_s = I_p N_p$$

在以上兩個算式中：

$V_p$  是輸入方的電壓 (Primary Voltage)。

$V_s$  是輸出方的電壓 (Secondary Voltage)。

$N_p$  是輸入方的線圈圈數 (Numbers of turns in the Primary Winding)。

$N_s$  則是輸出方的線圈圈數 (Numbers of turns in the Secondary Winding)。

因此可以減小或者增加原線圈和副線圈的匝數比，從而升高或者降低電壓，變壓器的這個性質使它成為轉換電壓的重要設備。另外，撇除洩漏的因素，變壓器某一方（線圈）的電壓可以從以下算式求得：

$$E = 4.44 * N * (B * A) * f$$

在算式中：

$E$  是流經該線圈的電壓的方根均值 (root mean square)；

$f$  是電流的頻率（單位為赫茲）；

$N$  是線圈的圈數；

A 是線圈內空間（鐵芯）的切面面積(單位為米<sup>2</sup>)；  
B 是通過線圈內空間（鐵芯）的磁力(單位為韋伯/米<sup>2</sup>)。

常數值 4.44 是為了使算式結果對應於計算出來的單位而設。

根據能量守恆定律，變壓器輸出的功率不能超越輸入它的功率。

根據歐姆定律，變壓器的負載所消耗的功率等於流經它的電流與其抵受的電壓的乘積。

由於變壓器遵守這兩條定律，它不會是放大器。如果處在變壓器兩方的電壓有所不同，那麼流經變壓器兩方的電流也會不同，而兩者的差距則成反比。如果變壓器一方的電流比另一方小，那電流較小的一方會有較大的電壓；反之亦然。然而，變壓器兩方所消耗的功率（即一方的電壓和電流兩值相乘）應是相等的。

轉換因子為：

$$a = \frac{N_1}{N_2}.$$

線圈等效自感值為：

$$L = \frac{N^2}{R_i}.$$

線圈等效互感值為：

$$M = \frac{N_1 N_2}{R_i}.$$

能量損失：

理想的變壓器沒有能量流失，所以擁有 100% 效率。在現實之中，大容量的變壓器的效率可達 98%；但小型的變壓器流失會較嚴重，而它們的效率可能低

於 85%。變壓器的能量流失可以來自這些現象：(在以下敘述中，線圈內的導磁體一律稱為「鐵芯」)銅損，線圈的電阻：電流通過導電體時產生熱能(電流要較高，發出的熱人體才感覺的到)，造成能量損失。和其他種類的流失不同，這種流失並不是來自變壓器的鐵芯。

渦流損：磁力使鐵芯產生環迴電流，導致能量化成熱並流失至外界。把鐵芯切成不相通的薄片可以減少這種流失。

磁力流失：所有未被輸出方線圈接收的磁場線均會造成能量流失。

磁滯損：鐵芯的滯後作用使每次磁場改變時造成能量流失。這種流失的大小取決於鐵芯的原料。

力流失：交替的磁場使導線、鐵芯與附近的金屬之間的電磁力產生變化，結果形成振動和能量流失。

磁致伸縮：交替的磁場使鐵芯出現伸縮。如果鐵芯的原料容易受伸縮影響，分子之間的摩擦會導致能量流失。

冷卻設備：大型的變壓器一般配備冷卻用的電風扇、油泵或注水的散熱器。這些設備所使用的能量一般亦算作變壓器的能量流失。

變壓器運作時的噪音一般來自磁力流失或磁致伸縮所造成的振動。

銅損為：

$$P_c = I_1^2 R_c.$$

鐵損為：

$$P_i = P_h + P_e.$$

當司坦麥係數為  $n=2$ ，且使用於變壓器  $B=V/f$ ，磁滯損為：

$$P_h = k_h f B^n = k_h \frac{V^2}{f}.$$

渦流損與電源頻率平方及最大磁通密度成正比，並與變壓器內之矽鋼片厚度平方成正比，和司坦麥係數無關：

$$P_e = k_e f^2 B^2 = k_e V^2.$$

變壓器無法勝任的工作

直接把直流電轉成交流電，或直接把交流電轉換為直流電。前者必須使用逆變器，後者必須使用整流器。改變直流電的電壓或電流。

變更交流電的頻率，必須使用變頻器。

把單相電流轉為多相電流。

### 三、變壓器分類

變電站用的大型變壓器（110kV）。

可調整輸出電壓的變壓器。

電力變壓器：

電力變壓器是通過電磁耦合把一種等級的電壓轉換成同頻率的另一種等級的電壓的一種靜止的電氣一次設備。電力變壓器是電力系統主要的元件之一，常規型變壓器用於輸、受電（即升、降壓），自耦型變壓

器用於耦合不同電壓等級的電力系統。在電力長途傳輸中，變壓器擔當重要的角色。

電子變壓器：

電子變壓器一詞可能指以下幾種之一  
內含電子電路的變壓裝置

AC-AC 電子式變壓器，例如日光燈用電子變壓兼安定器。

交換式電源供應器，例如 AC-DC 交換式電源供應器，或 DC-DC 電壓轉換器。

電子設備中使用的變壓器為電子用變壓器。例如電源常用的降壓變壓器。

隔離變壓器：

隔離變壓器是在使用某些電器時為了人身安全而加設的。隔離變壓器的隔離是指變壓器初級側與次級側之間是電絕緣的，並保有一定的安全距離。變壓器的隔離是隔離原副邊繞線圈各自的電流。在維修一些家用電器時，應該關閉電源以防止觸電，或因漏電產生的危險。須要注意的是，選用隔離變壓器的原則是：隔離變壓器的容量一定要大於所維修的家電電器的功率。

隔離變壓器同樣利用電磁感應原理，只是隔離變壓器一般是指 1：1 的變壓器。由於次級不和地相連，次級任一根線與地之間沒有電位差，使用安全。隔離變壓器常用作維修電源。此外，隔離變壓器也不全是 1：1 變壓器。控制變壓器和電子管設備的電源也是隔離變壓器。如電子管擴音機，電子管收音機和示波器和車床控制變壓器等電源都是隔離變壓器。如為了安

全維修彩電常用 1 比 1 的隔離變壓器。隔離變壓器使用很廣泛的，在空調中也是使用隔離變壓器。

磁飽和變壓器：  
用於穩壓。

電力起動變壓器：

交流電機起動時為降低對電網的衝擊，常常採用降壓起動方法，為此設計有專門用途的變壓器。

單相自耦式變壓器：

自耦變壓器是一個特例，其中一個線圈成為另一個線圈的一部分。自耦變壓器也常常用於電機起動。

自耦式變壓器是只有一組線圈同時用作原線圈及副線圈的變壓器。降壓時會從共用線圈引出一部份用作副線圈，而當升壓時會從共用線圈引出比原線圈多的一部份用作副線圈。自耦變壓器是指它的繞組一部分是高壓邊和低壓邊共用的。另一部分只屬於高壓邊。根據結構還可細分為可調壓式和固定式。

自耦變壓器的耦是電磁耦合的意思，普通的變壓器是通過原副邊線圈電磁耦合來傳遞能量，原副邊沒有直接的電的聯繫，自耦變壓器原副邊有直接的電的聯繫，它的低壓線圈就是高壓線圈的一部分。

自耦變壓器的工作原理其實和普通變壓器一樣的，只不過他的原線圈就是它的副線圈。一般的變壓器是左邊一個原線圈通過電磁感應，使右邊的副線圈產生電壓，自耦變壓器是自己影響自己。

自耦變壓器是只有一個繞組的變壓器，當作為降壓變壓器使用時，從繞組中抽出一部分線匝作為二次繞組；當作為升壓變壓器使用時，外施電壓只加在繞組的一部分線匝上。通常把同時屬於一次和二次的那部分繞組稱為公共繞組，自耦變壓器的其餘部分稱為串聯繞組，同容量的自耦變壓器與普通變壓器相比，不但尺寸小，而且效率高，並且變壓器容量越大，電壓越高，這個優點就越加突出。因此隨著電力系統的發展、電壓等級的提高和輸送容量的增大，自耦變壓器由於其容量大、損耗小、造價低而得到廣泛應用。

### 三相變壓器：

三相變壓器廣泛使用於工業用途上，用於變換電壓及電流。三相電流是最常見用於產生、傳導及使用電力的方式，因此，了解如何三相變壓器連接是必要的。

此變壓器是由三繞組單相變壓器建構在於一單獨線圈上，並且放置於充滿絕緣油的附件上。絕緣油有數個功能，第一、由於絕緣，一個非導電體的電力可提供繞組與外殼之間的電氣絕緣；第二、它也可以用來冷卻及防止濕氣產生(濕氣會導致繞組的絕緣下降)。

### 漏磁變壓器：

漏磁變壓器用於負載急劇變化而又要求逐步趨於穩定狀態的電子設備中，如熒光燈電源、離子泵電源等設備。這一類負載表現為開始工作時阻抗較大，需要較高的瞬間電壓；而當穩定工作時，負載阻抗較小，需將負載電流限制在允許值內，以使其能正常工作。

諧振變壓器：

諧振變壓器 (resonant transformer) 屬於一種漏感變壓器，利用變壓器的漏感與外加電容形成諧振電路。諧振變壓器的例子有：

可以產生高壓的特斯拉線圈，它可以供應比靜電式的范德格拉夫起電機更多的電流。

用於 CCFL 逆變器之中。

用於超外差(superheterodyne)接收機的級間耦合，也就是這類收音機中所使用的中頻變壓器，它諧振在中頻頻率，以提供良好的頻率選擇性。

#### 四、變壓器構成

一個變壓器通常包括：

兩組或以上的線圈：以輸入交流電電流與輸出感應電流。

一圈金屬芯：它把互感的磁場與線圈耦合在一起。

變壓器一般運行在低頻、導線圍繞鐵芯纏繞成繞組。雖然鐵芯會造成一部分能量的損失，但這有助於將磁場限定在變壓器內部，並提高效率。電力變壓器按照鐵芯和繞組的結構分為芯式結構和殼式結構，以及按照磁通的分支數目（三相變壓器有 3，4 或 5 個分支）分類。它們的性能各不相同。

芯

##### (1) 薄片鋼芯

變壓器通常採用矽鋼材料的鐵芯作為主磁路。這樣可以使線圈中磁場更加集中，變壓器更加緊湊。

電力變壓器的鐵芯在設計的時候必須保防止達到磁路飽和，有時需要在磁路中設計一些氣隙減少飽和。

實際使用的變壓器鐵芯採用非常薄，電阻較大的矽鋼片疊壓而成。

這樣可以減少每層渦流帶來的損耗和產生的熱量。

電力變壓器和音頻電路有相似之處。典型分層鐵芯一般為E和I字母的形狀，稱作「EI變壓器」。

這種鐵芯的一個問題就是當斷電之後鐵芯中會保持剩磁。

當再次加電後，剩磁會造成鐵芯暫時飽和。對於一些容量超過數百瓦的變壓器會造成的嚴重後果，如果沒有採用限流電路，涌流可造成主熔斷器熔斷。

更嚴重的是，對於大型電力變壓器，涌流可造成主繞組變形、損害。

## (2)實芯鐵芯：

在如開關電源之類的高頻電路中，有時使用具有較高的磁導率和電阻率的鐵磁材料粉末鐵芯。在更高的頻率下，需要使用絕緣體導磁材料，常見的有各種稱作鐵素體的陶瓷材料。在一些調頻無線電電路中的一些變壓器鐵芯採用可調鐵芯，來配合耦合電路達到諧振。

## (3)空氣芯。

## (4)卷鐵芯。

## (5)線圈：

線圈由電磁線所構成，用於環繞鐵蕊，藉以通電產生磁場，或是經由磁場產生感應電流。

(6)絕緣保護。

(7)屏蔽物。

(8)冷卻劑：

有的變壓器利用液態物質的循環進行熱量的疏散。常用的液態物質為變壓器油（英語：transformer oil），其主要成分為烷烴、環烷烴、芳香烴等化合物。變壓器油比熱容較大，它吸收熱量體積膨脹上升，在管中形成循環，再通過散熱裝置將熱量散發到空氣中。有的變壓器利用氣態物質（如六氟化硫）作為冷卻劑。由於導熱能力的限制，氣體冷卻劑一般應用於小容量變壓器。

關於變壓器油，絕大多數採用的是礦物油，極少數的變壓器採用的是植物油。礦物油泄露可能會對環境造成污染，而植物油污染程度就會少很多。而且植物油的閃點要比礦物油的高。所以，在將來，植物油可能會取代礦物油。

(9)接頭

## 參、專題製作

### 一、設備及器材

表 1 使用儀器設備一覽表

設備名稱	用途說明
個人電腦	查資料、專題報告製作
模型船	安裝推進氣已試驗螺旋推進器之功能用
數位相機	紀錄整個專題製作流程及拍攝專題圖片
三用電錶	測量馬達好壞及電池是否有故障
噴墨印表機	列印專題相關資料
Microsoft Office Word	製作專題報告
Microsoft Office Power Point	進行口頭報告、製作及專題成品報告呈現

表 2 使用材料

材料名稱	數量	備註
電阻	若干	
電容	若干	
電抗	若干	
散熱片	1	
飛機木	若干	
螺絲螺帽	4(組)	
電線	若干	

表 3 專題製作計畫書

專 題 類 型		<input type="checkbox"/> 個人型專題 <input checked="" type="checkbox"/> 團隊型專題
科 別 / 年 級		電機科 / 三年級
專 題 名 稱	中 文	小型變壓器
	英 文	Small transformers
專 題 內 容 簡 述		在夜晚看書時，有時會覺得台燈的光線過於刺眼，導致無法專心看書，現在，只要在插頭上多插上這個燈光調節器，就能輕鬆的調節光線，認真讀書了。
指 導 老 師 姓 名		蘇志雄 老師
組 長 姓 名		王俊傑(01)
組 員 姓 名		湯洛軍(07)、鍾子堅(11)、張皓偉(05)、 吳富山(02)
專 題 執 行 日 期		102 年 9 月 1 日 至 103 年 6 月 30 日

## 二、團隊任務配置：

以下每個組員利用每天的早自修或下課跟專題指導老師報告專題製作進度，同時也利用即時通或 Facebook 與指導老師作線上溝通詢問問題或直接針對控制程式利用網路遠端進行解答程式問題，使專題進度持續前進。

表 4 工作進度甘特圖

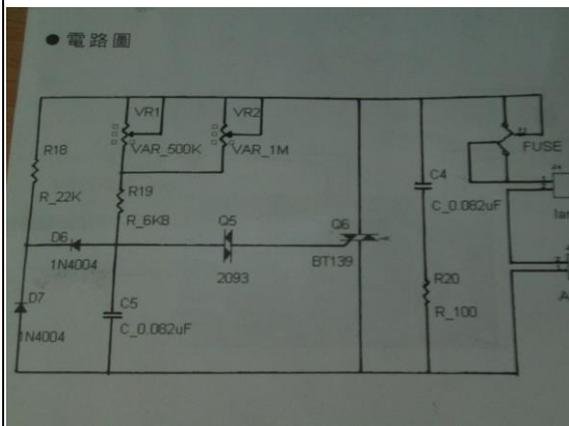
工作進度 \ 時間	102 年				103 年					負責成員	
	9	10	11	12	1	2	3	4	5		
確認研究主題	●	●									全體成員
擬定研究大綱	●	●									王俊傑
文獻資料蒐集		●	●	●							張皓偉
製作原理探討		●	●	●							全體成員
購買專題器材				●	●						吳富山
組裝專題器材				●	●	●	●	●			吳富山
整體專題測試							●	●			鍾子堅
數據資料整理							●	●			王俊傑
撰寫專題報告								●	●		全體成員
專題成果發表									●	●	張皓偉
完成進度	5%	15%	20%	30%	50%	60%	70%	80%	100%		

# 肆、製作成果

## 一、製作過程

<p>圖 2 變壓器系統運作原理</p>	<p>圖 3 變壓器電路架構</p>
$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s}$	
<p>圖 4 變壓器線圈</p>	<p>圖 5 外部組裝機構</p>

## 二、製作成果與功能介紹

 <p>● 電路圖</p> <p>The circuit diagram shows a transformer-based power supply. It includes two diodes (D6, D7) for rectification, two variable resistors (VR1, VR2) for voltage regulation, and several resistors (R18, R19, R20) and capacitors (C4, C5) for filtering and protection. The components are labeled with their respective values and types.</p>	 <p>A photograph of the finished project, showing a wooden enclosure with a front panel featuring a power switch and a fuse holder. The enclosure is built from light-colored wood and is placed on a wooden surface.</p>
<p>圖 6 變壓器電路圖</p>	<p>圖 7 成品正面圖</p>
 <p>A photograph of the back of the wooden enclosure, showing the internal components (transformer, diodes, resistors, capacitors) mounted on a green PCB. A white power plug is visible on the left side.</p>	
<p>圖 8 成品背面圖</p>	

#### 四、專題特色:

- (1)單片多層結構，輸入電壓低，轉換率高
- (2)超薄
- (3)效率高
- (4)無電磁輻射
- (5)不可燃
- (6)諧波電流雜訊低

## 伍、結論與建議

### 一、結論

外面賣的變壓器通常都是組裝好的，現在自己買些電子材料，自己組裝成變壓器的感覺真的很有成就感，而且自己組裝的變壓器比外面賣的變壓器體積小很多，重量也輕很多，對一些需要的人十分方便！

### 二、建議

- (一)多使用一些環保的概念。
- (二)資源再利用。
- (三)多利用充電電池，且電池使完畢須回收。

## 陸、參考文獻

- 一、變頻器應用、原理及節能原理，2014-03-07，取自網站 <http://www.kailek.com/2010/0730/22.html>
  
- 二、變壓器-維基百科，2014-03-07，取自網站 <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%AE%8A%E5%A3%93%E5%99%A8>



高足盈校 英才輩出

高雄市高英高級工商職業學校

校址：高雄市大寮區鳳林三路 19 巷 44 號

電話：(07)783-2991

網址：[www.kyicvs.khc.edu.tw](http://www.kyicvs.khc.edu.tw)

E-mail：[kyic@kyicvs.khc.edu.tw](mailto:kyic@kyicvs.khc.edu.tw)