

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生活與應用科學(一)科

第二名

032802

無線你的無限--無線電力傳輸效能的改善

學校名稱：彰化縣立陽明國民中學

作者： 國一 黃柏翰 國一 蔡奉均	指導老師： 蔡名峯 陳炳彰
-------------------------	---------------------

關鍵詞：電磁感應、諧振線圈、軟鐵

摘要

無線傳電是非常新穎的創舉，但卻沒有人用簡單且便宜的方法來改善傳輸效率不佳的問題。在主線圈加入軟鐵後，輸入和輸出的功率比從 52% 增加到 70%，大大減少無線傳輸能量損耗，且若次線圈再加入諧振線圈，則功率比可從 52% 再增加到 80%，這是一個重大發現。在主線圈加入軟鐵實際無線充電之效果是：充電到 10mAh 時間從 9 分 32 秒縮短到 5 分 23 秒，減少 3 分 51 秒，效率提升 40%。在次線圈加入諧振電路對實際無線充電之效果是：大大提升次線圈原本輸出功率約 3.8 倍，且主線圈加入軟鐵後，充電時間又再縮短 20%。由實驗最佳數據，本組設計了無電池風扇並結合 3d 列印及雷射切割技術，使研究結果商品化，只需插上電源就可以使用。

壹、研究動機

生活中的許多小型可攜式電子產品，帶給人們使用上的實用性與方便性，然而，電子產品若要充電時，各式充電器便散布在電源的插座或擴充式插座上，電線雜亂且接頭規格沒有統一的麻煩。記得在國小的自然課本中就曾學過“電磁感應、電流與磁場的交互作用”的原理，為了探索這魔法般的電與磁的應用，本組先參考網路影片及參考既存的研究文獻，來探究無線傳輸的方法及效率為何，並找尋提升效率的方法。

無線傳輸的工作原理，即是利用法拉第定律的電磁感應，當電流通過線圈便會產生磁場，磁場變化通過主線圈和次線圈而感應產生電流，就能將電力從發射端轉移到接收端，但是本組在研究無線傳輸的時候，發現好像一直人沒有去了解及改善傳輸效率有多少，反而一直去加大發射端的電壓及電流，於是本組在實驗中主線圈加入軟鐵後，功率比從 52% 增加到 70%，大大減少無線傳輸能量損耗，且若次線圈再加入諧振線圈，則輸入及輸出的功率比可從 52% 再增加到 80%，非常有效的減少能量損耗，這是一個重大發現。對於地球能源愈來愈少的情況下，於是本組就以研究能減少能量損失的方法，相對這樣節能的方法是一種對地球的環保盡一份心力。

貳、研究目的

本研究目的在於改善無線電力傳輸效率不佳的問題，針對這個問題，本組先參考既存的研究文獻，瞭解和蒐集既有的研究成果，分析無線傳輸的架構及影響效率的因素，再設計改善之方法，經由實驗證明本組所改善的效果。以下為本組的研究流程：

一、探討 MOSFET 振盪電路中主線圈線徑對磁力輸出及次線圈匝數對輸出電壓之影響

(一) 探討 MOSFET 振盪電路主線圈線徑對磁力輸出影響及次線圈匝數對輸出電壓之影響

(二) 測試主線圈輸入不同頻率對次線圈匝數感應輸出電壓之影響，並找出最適合的本電路線圈之頻率及次線圈匝數。

二、探討次線圈匝數對輸出電壓及電流之影響。

三、研究增加無線傳輸效率之方法。

(一) 主線圈或次線圈加入軟鐵對無線傳輸效率之影響

(二) 主線圈加入不同直徑軟鐵對無線傳輸磁力及輸出電壓之影響

(三) 主線圈加入軟鐵對實際無線充電之影響

(四) 主線圈加入軟鐵及次線圈加入諧振電容對無線傳輸效率之影響

(五) 主線圈加入軟鐵及次線圈加入一組諧振線圈對無線傳輸效率之影響

四、應用於直接無線供電風扇系統

參、研究設備及器材

一、材料及設備

			
圖3-1 訊號產生器	圖3-2 數位示波器	圖3-3 各式電子零件	圖3-4 軟鐵
			
圖3-5 電源供應器	圖3-6 LCR表	圖3-7 漆包線	圖3-8 三用電表
			
圖3-9 高斯計	圖3-10 紙管	圖3-11 小風扇	圖3-12 無線喇叭

二、感應線圈之製作

			
圖 3-13 利用紙管繞成線圈	圖 3-14 分別平均在四個用膠帶固定，並用自粘標寫上匝數以免拿錯。	圖 3-15 主線圈匝:10 線徑:0.6、0.9、 1.2、1.4mm 直徑:9cm	圖 3-16 感應線圈 匝數:4~20 匝 線徑:0.6mm 直徑:9cm

肆、研究流程及方法與文獻探討

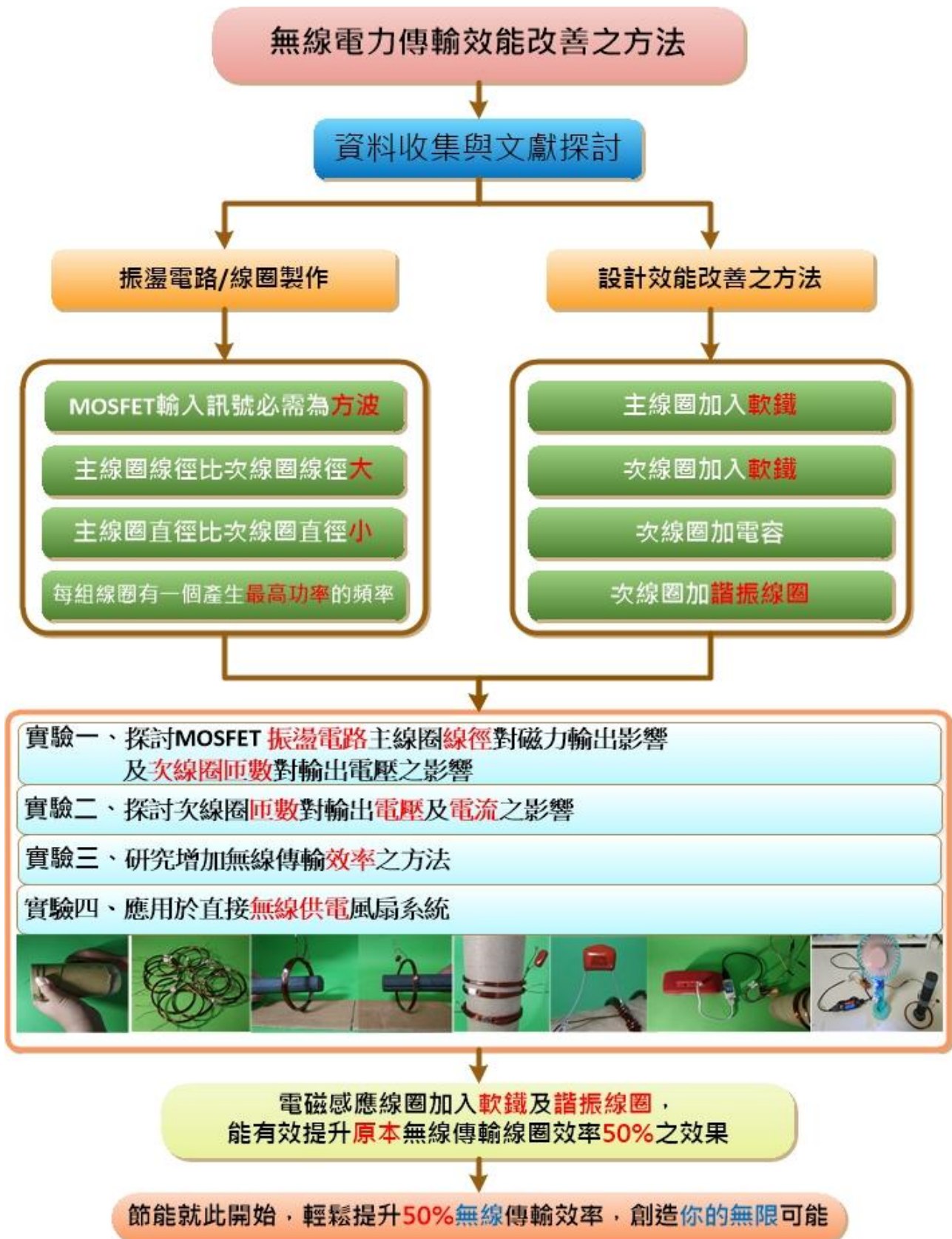


圖4-1 實驗研究流程圖

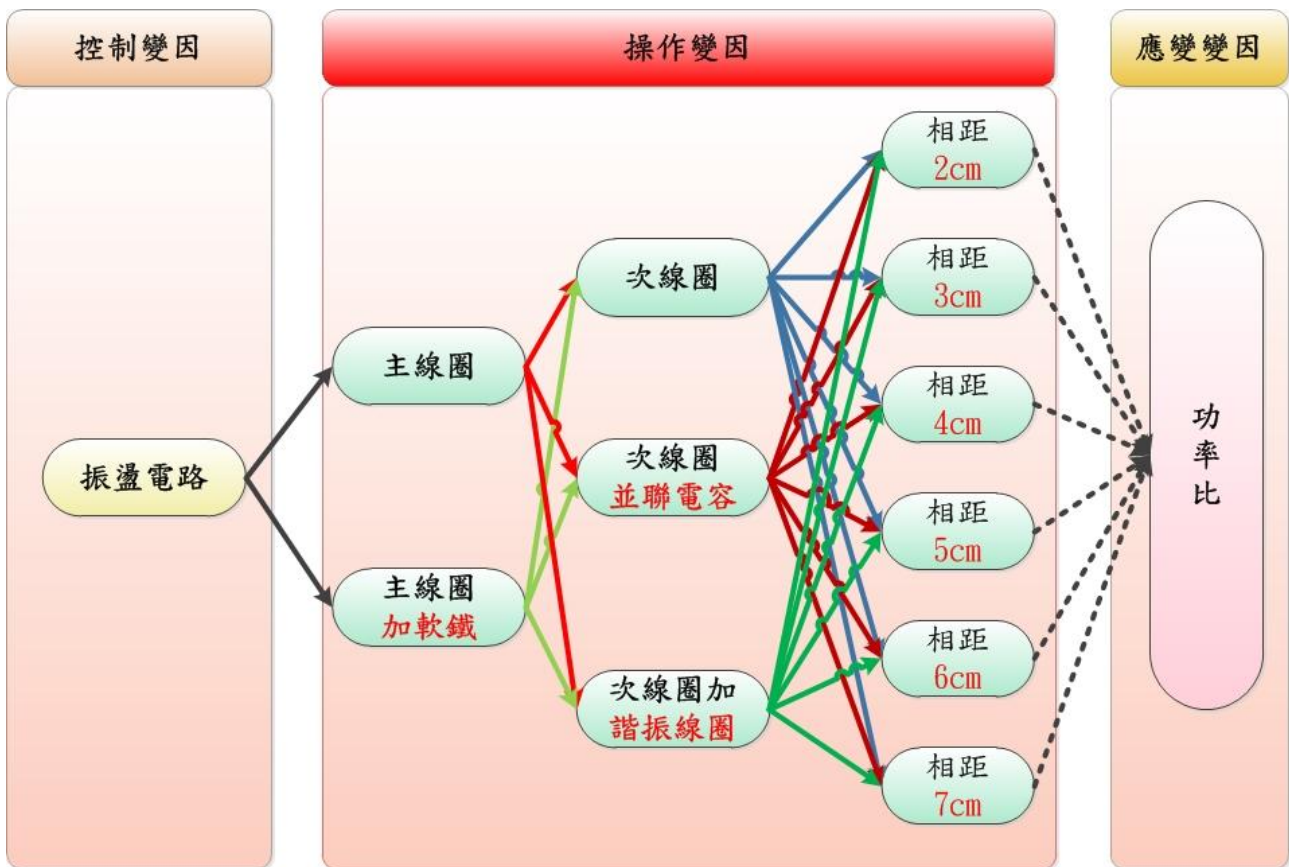


圖4-2 增加無線電力傳輸效率操作變因參數示意圖

在文獻探討及資料收集的過程中，發現所有研究中沒有人用簡單及便宜的方法去做無線傳輸效率改善，本組就在探討無線傳輸了解其工作原理後，發現其實就跟變壓器一樣，本組就試比較兩者的差異點只是在沒有軟鐵心的束縛。首先本組根據”第57屆低調也行-應用電磁感應原理探討低頻無線傳輸及無線充電之效能” [1] 中的結論有以下幾點重點：

- 一、 MOSFET 振盪電路輸入訊號必需為方波，方波平均功率為正弦波的5.85倍。
- 二、 主線圈線徑比次線圈線徑大時接收端功率最高。
- 三、 主線圈直徑比次線圈直徑小時接收端功率最高。
- 四、 隨著每組線圈不同的電感，而使每一組線圈產生最大功率的頻率改變，因此在每一個實驗的每一組數據均有一個明顯的峰值。

無線傳輸電力其實相當於一個損耗較大的變壓器，圖 4-3 變壓器為了減少磁損耗，在兩個線圈之間加了鐵芯(軟鐵)，其實互感並不需要鐵芯，只是鐵芯可以減少磁損耗。當沒有鐵芯時，兩線圈同樣可以發生互感，就像是無線充電一樣。

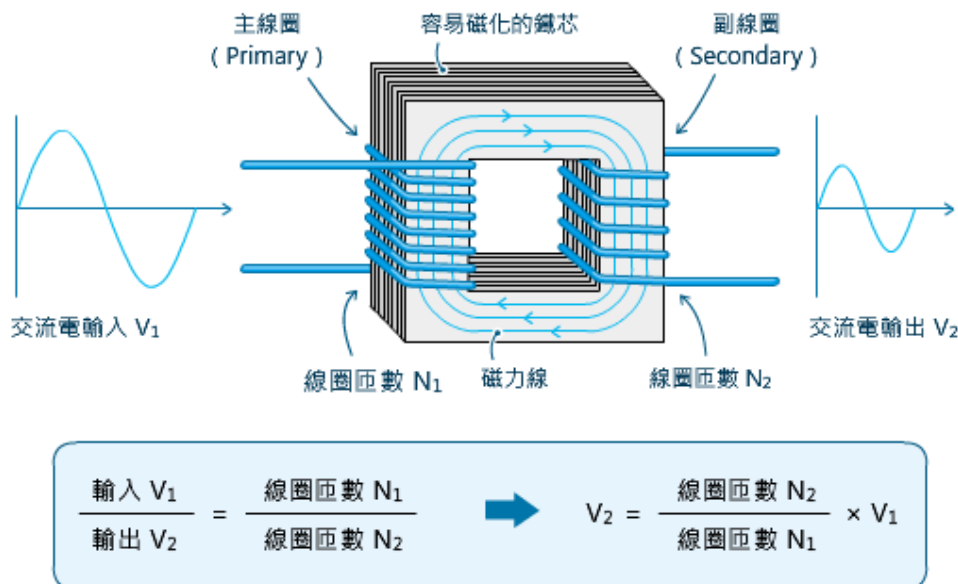
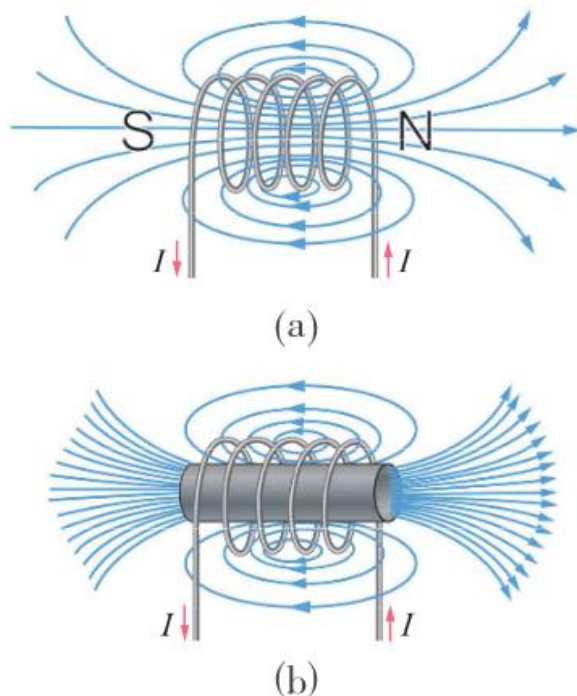


圖 4-3 變壓器的原理(取自 <https://swf.com.tw/>官網)

如果在線圈內插入一軟鐵心便成電磁鐵，當圖4-4(a)線圈未通以電流時無磁性，但若通以電流，圖4-4(b)則軟鐵心被磁化後使線圈內磁性大為強，遠較單純線圈或天然磁石的磁性大得多。



當線圈加入軟鐵的影響：

- 一、僅具暫時磁性。
- 二、可任意改變磁力大小。
- 三、可任意改變磁力方向。
- 四、磁力大於天然磁鐵。

圖4-4(a)空心的線圈，圖 (b) 插有軟鐵心的線圈

(取自翰林出版社高三物理(下)51頁)[2]

(電磁磁場 + 軟鐵磁場 = 磁場強度增強)

軟鐵是一種在磁場作用下非常容易磁化，同時取消磁場後又很容易退磁化的材料，本組所使用的軟鐵是錳鋅鐵氧體，錳鋅鐵氧體是主要由鐵(Fe)，錳(Mn)，和鋅(Zn)3種金屬元素組成，是一種陶瓷材料，具有較高的磁導率、較高的飽和磁感應強度、較小的矯頑力，磁滯損耗小。一般在1千赫至10兆赫的頻率範圍內使用，相比於其他類型的磁性材料，鐵氧體的優點是高磁導率、良好的溫度特性、低衰減率及成本低等優勢。

表一、本組所用的錳鋅鐵氧體參數

起始導磁率	飽和磁感應強度	剩磁	矯頑力
800-1000 (H/m)	3200-4500 (A/m)	39 (mT)	26 (A/m)

在找尋資料的時候有看過這樣的一段話，美國化學學會(American Chemical Society, ACS)的研究就指出，手機無線充電盤運作時會持續發熱，耗損電池壽命。「效率越高，越不會產生熱。」[3]

2017年南臺科技大學副教授李宗勳在科技大觀園文章[4]有提到：“有研究建議於感應線圈兩端分別串聯或並聯電容器做為共振補償電路，以提升整體傳輸功率與轉換效率”。於是本組就再去找尋資料時，發現諧振電路中的LC串聯諧振是可以用來提升功率的。

高中基本電學下冊(全華)228頁[5]中有寫到：任何物體本身存有一共振頻率，當物體遇週期性的外力碰撞時，若外力的頻率與物體共振頻率相等，則物體本身會產生振動，稱此種現象為諧振。在此一觀念應用在LC串聯諧振電路中(圖4-5)，可利用電感器(L)及電容器(C)來完成諧振，當電容器與電感器儲存的能量相同時，其中一元件將能量釋放，而另一元件可以進行儲存(圖4-7)，反之儲存完成的元件再對另一元件釋放(圖4-8)，而理想的L及C並不會消耗能量。

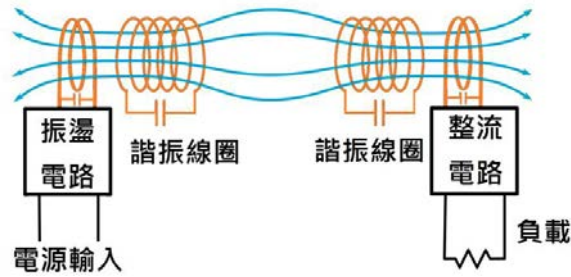


圖4-5 諧振電路(取自<https://zh.wikipedia.org/wiki/諧振感應耦合>)

LC 串聯諧振電路

- (1) 總阻抗 $\bar{Z}_0 = 0$
- (2) 諧振電流 $I_0 = \infty$
- (3) 諧振頻率 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

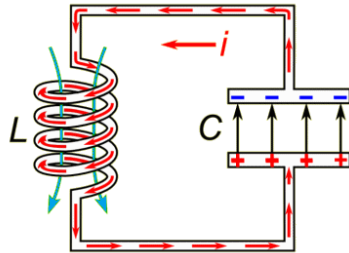


圖4-7電容放電、電感儲電

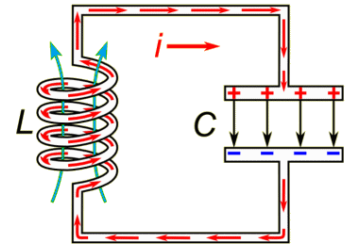


圖4-8電感放電、電容儲電

圖4-6串聯諧振電路特性

(取自全華出版社基本
電學下冊267頁)

(取自<https://zh.wikipedia.org/zh-hant/RLC電路>)

LC 諧振線圈是由短路電感和諧振電容組合。以次線圈的諧振頻率驅動主線圈時，使主與次線圈的磁場達到相位同步。結果因互磁通增加，在次線圈得以產生最高電壓，並且主線圈的銅損降低，發熱減少，效率相對提高。本組所使用的是**串聯諧振**電路，它的好處是”**有效距離長、效率高、精準調整匹配**”，適用於高功率無線充電系統。電容有一定的誤差值，本組使用**並聯**電容的方式調整**諧振**線圈可以很方便的修改匹配的電容值，達到最高的效率。

本組利用常見的電子零件MOSFET，使用一個IRFZ44N產生**振盪電路**如圖4-9所示，藉由一些參數(**頻率、次線圈的匝數**)改變觀察其對結果的影響，進而瞭解**振盪電路**的運作原理及驗證變壓器的理論。根據比較兩者的**差異點**在於**軟鐵**，為了探討線圈加入**軟鐵**對無線電力傳輸之影響，本組在分別在**主線圈**及**次線圈**加入**軟鐵**觀察其功率比之變化。為了實證改善的效果，本組進行了實際充電10mAh所需時間之比較，接下來在次線圈加入了諧振線圈或諧振電容，提升原本次線圈輸出功率，再一次測試充電10mAh所需時間之比較。

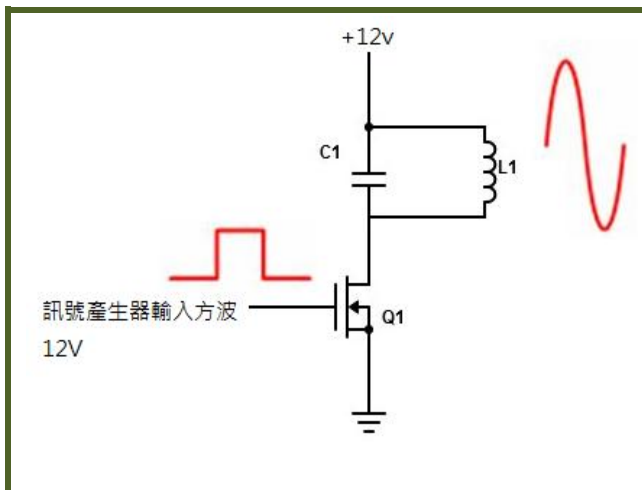


圖 4-9(IRFZ44N)MOSFET 振盪電路圖

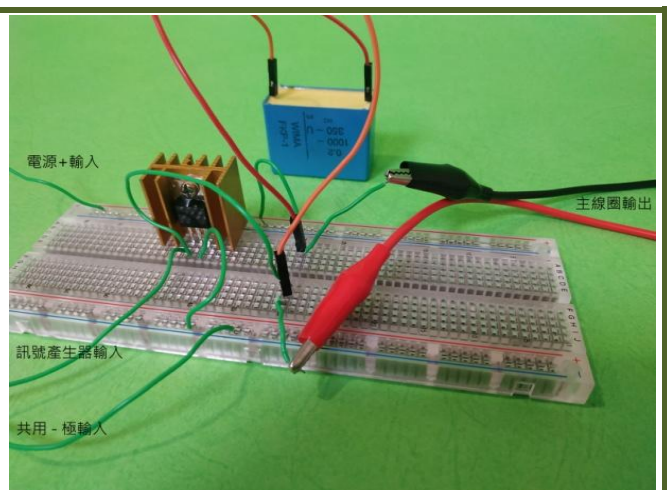


圖 4-10 (IRFZ44N) MOSFET 振盪電路照片

一、探討 MOSFET 振盪電路主線圈線徑對磁力輸出影響及次線圈匝數對輸出電壓之影響

(一)、測試主線圈線徑對磁力輸出之效果

材 料：電子元件、漆包線。

設 備：電源供應器、訊號產生器、高斯計。

實驗步驟如圖 4-11 所示,並將實驗數據(磁力值)紀錄下來。

主線圈線徑 0.6mm 10 匝直徑 9 cm 寬完成後,依序更換主線圈線徑為 0.9、1.2、1.4mm,分別測試訊號產生器頻率從 27 到 43 kHz 改變時主線圈產生的磁場變化情形。

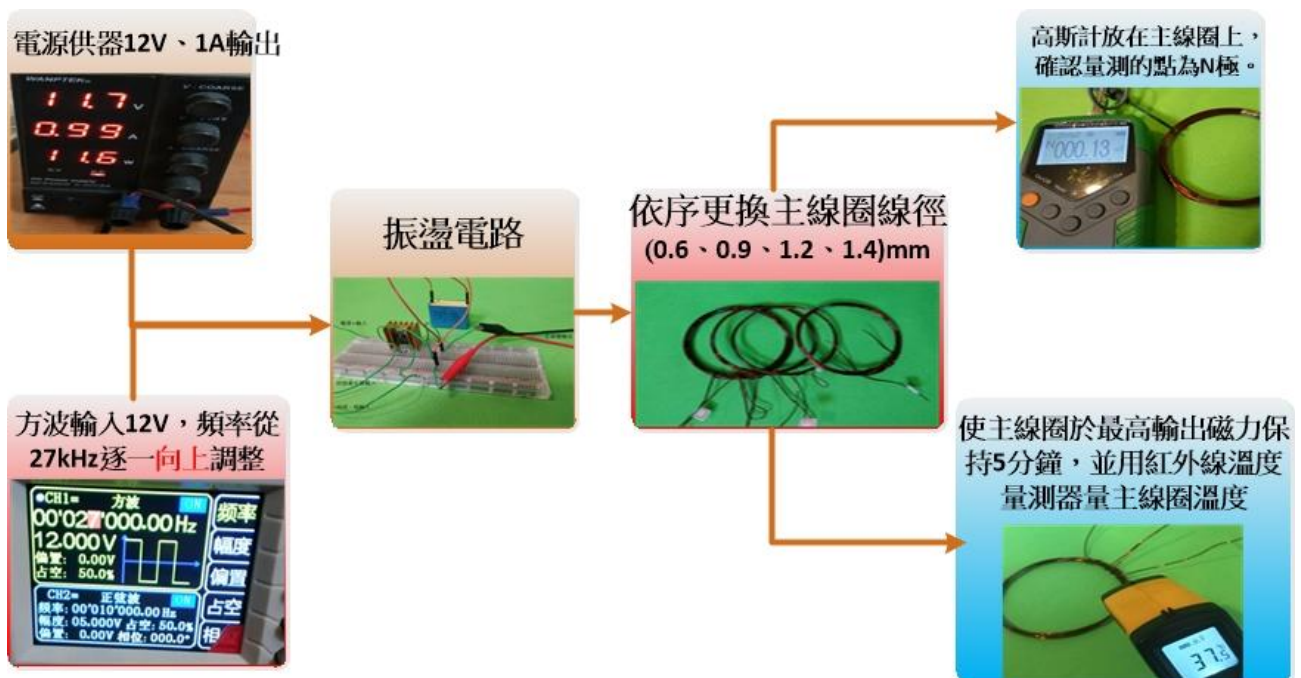


圖 4-11 主線圈線徑對磁力輸出之效果實驗流程圖

(二)、測試主線不同頻率對次線圈匝數電壓之影響

材 料：電子元件、漆包線。

設 備：電源供應器、訊號產生器、數位示波器。

實驗步驟如圖 4-12 所示,並將實驗數據(均方根值)有效電壓紀錄下來。

次線圈線徑 0.6mm 直徑 9cm 寬，依序更換次線圈匝數 (10、15、20)匝，分別測試訊號產生器頻率從 20 到 42 kHz 改變時次線圈輸出電壓的變化。

註明：主線圈為線徑 1.2mm 匝數 10 匝直徑 9cm 寬。

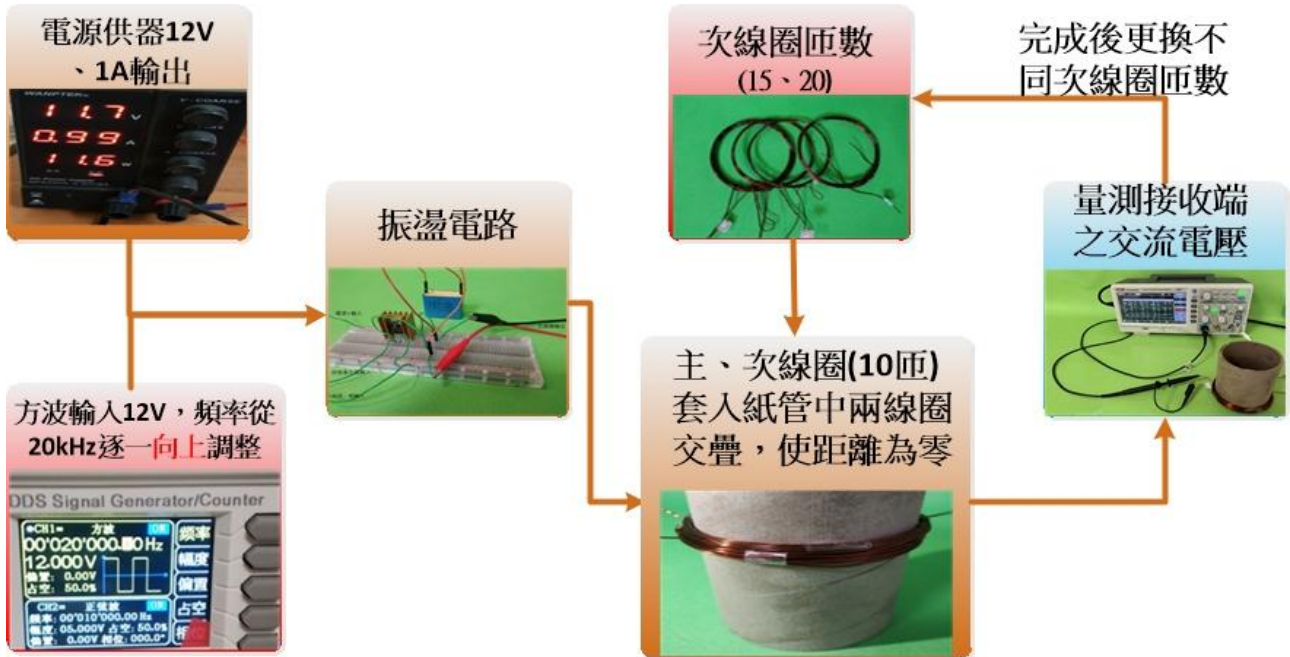


圖 4-12 主線不同頻率對次線圈匝數電壓之影響實驗流程圖

二、探討次線圈匝數對輸出電壓及電流之影響

材 料：電子元件、漆包線。

設 備：電源供應器、數位示波器。

實驗步驟如圖 4-14 所示,並將實驗數據(輸出電壓及電流)紀錄下來。

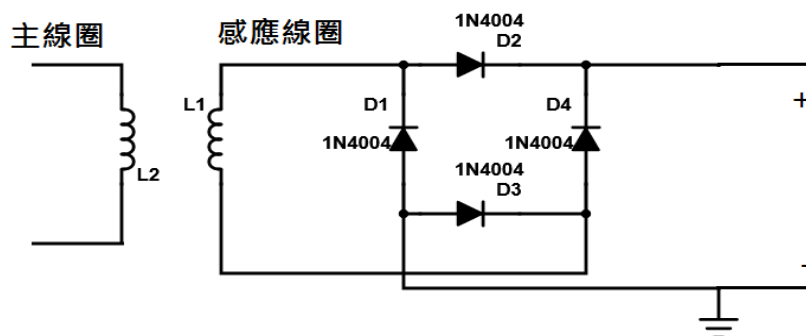


圖4-13 感應線圈轉橋式整流充電系統電路圖



圖 4-14 次線圈匝數對輸出電壓及電流之影響實驗流程圖

註明：此處量測電流是沒有負載的短路電流。

原理說明：

圖 4-15 輸入功率=輸出功率，匝

數比 $a = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$ ，所以匝數比

和電壓比成正比，匝數比和電流比成反比。

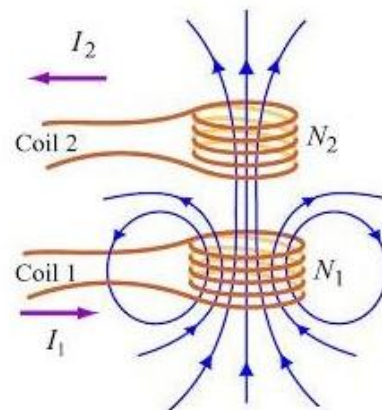


圖4-15 線圈感應關係圖 取自王茅復興(2019-02-05)。

寫在每日頭條。原文網址<https://reurl.cc/3oMy7X> [6]

三、研究增加無線傳輸效率之方法

(一)、分別測試在主線圈加入軟鐵及次線圈加入軟鐵之功率比(輸出功率/輸入功率)影響

材 料：電子元件、漆包線、橋式整流電路、直徑 28mm 軟鐵。

設 備：電源供應器、三用電表、訊號產生器。

實驗步驟如圖 4-16 所示,並將實驗數據(感應電壓及電流)紀錄下來。

註明：此處量測電流是沒有負載的短路電流。

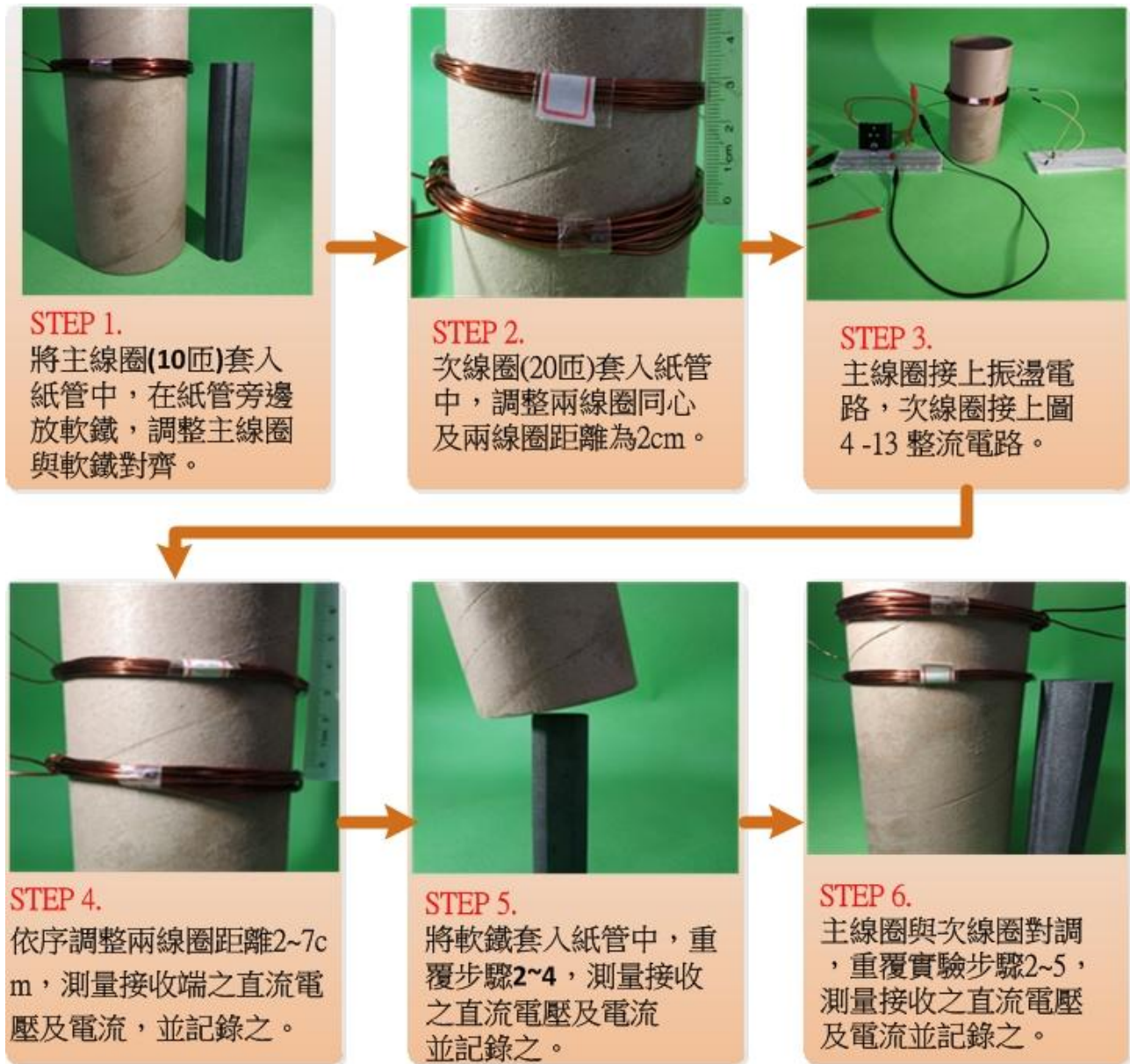


圖 4-16 主線圈、次線圈加入軟鐵之功率比實驗流程圖

(二)、主線圈加入不同直徑軟鐵對無線傳輸磁力及輸出電壓之影響

材 料：電子元件、漆包線、軟鐵。

設 備：電源供應器、三用電表、訊號產生器、高斯計。

實驗步驟如圖4-17所示,並將實驗數據(輸出電壓及磁力)紀錄下來。

註明：此處的次線圈是位於主線圈的正下方，而高斯計探針放置處為次線圈的下方。

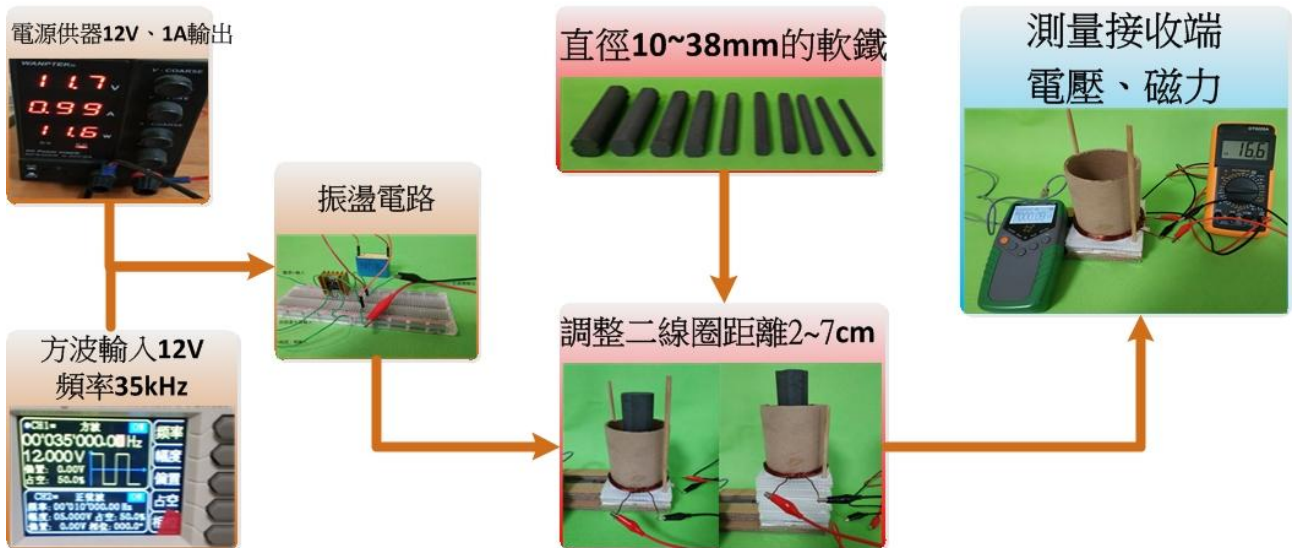


圖4-17 主線圈加入軟鐵磁力及輸出電壓之影響實驗流程圖

(三)、主線圈加入軟鐵對充電時間之影響

材 料：電子元件、漆包線、直徑28mm軟鐵。

設 備：電源供應器、電流計、無線喇叭、訊號產生器、計時器。

實驗步驟如圖4-19所示,並將實驗數據(充電10mAh所需的時間)紀錄下來。

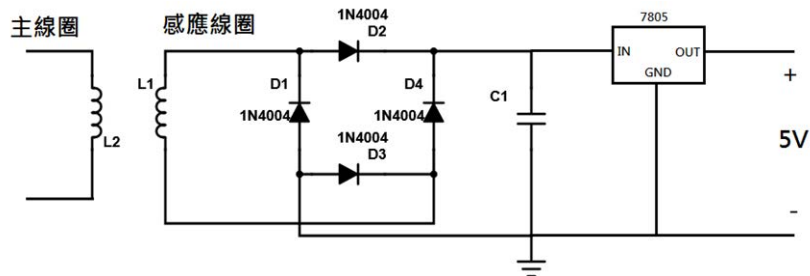


圖 4-18 次線圈轉橋式整流充電系統電路圖(C1 為 1000uF)



圖4-19 主線圈加入軟鐵對充電時間之影響實驗步驟

(四)、主線圈加入軟鐵及次線圈加入諧振電容對無線傳輸效率之影響

對於改善前的充電時間，真的不是很滿意，於是本組想到文獻探討時發現”有研究建議於感應線圈兩端分別串聯或並聯電容器做為共振補償電路，以提升整體傳輸功率與轉換效率”，本組就選擇次線圈並聯電容如圖4-20，再重覆實驗(一)~(三)，並比較改善後的效果。

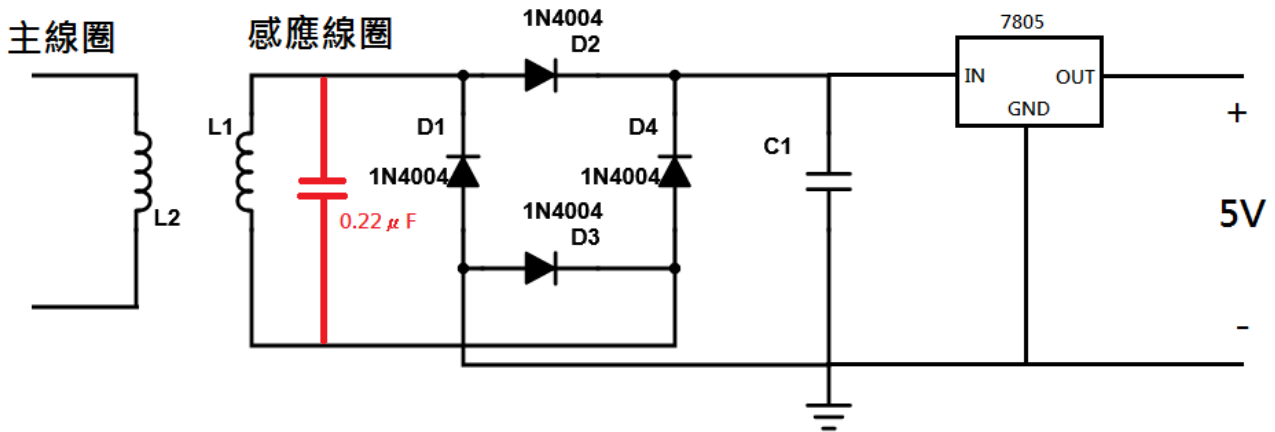


圖4-20 次線圈並聯電容做為共振補償電路電路圖(C1為1000uF)

(五)、主線圈加入軟鐵及加入次線圈一組諧振線圈對無線傳輸效率之影響

實驗(四)的改善效果帶給本組持續改進的動力，文獻探討有寫到”LC串聯諧振電路中，可利用電感器(L)及電容器(C)來完成諧振。而本身中L及C並不會消耗能量”於是本組在次線圈加入了一組諧振線圈如圖4-22，再重覆實驗(一)~(三)，並比較改善後的效果。

	<p>用 LCR 表量測線圈的電感值，量測的結果是 92.546 μH。</p>		<p>依照振盪頻率的公式為 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 計算後，選擇 0.22μF 的電容，最為接近本實驗電路的頻率 35kHz。</p>
--	--	--	--

圖 4-21 諧振線圈制作方法

註明：諧振線圈(線徑0.6mm 匝數為20匝 直徑9cm寬)。

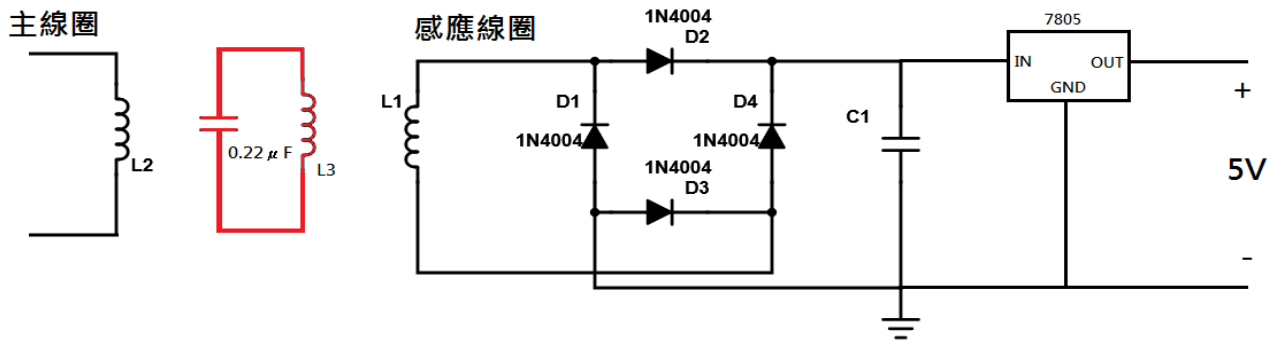


圖4-22 次線圈加一組諧振線圈電路電路圖(C1為1000uF)

註明：圖4-22中諧振線圈跟感應線圈是重疊一起。

四、應用於直接無線供電風扇系統

實驗開始之前，本組先測量原本手持風扇18650電池供電風速3檔的電壓及電流資料。再測量本組所設計的電路是否能夠供電給風扇足夠的電力。

由實驗一~三結果，本組採用了以下的設計條件：

- (一)、主線圈的設計採用實驗一的设计(主線圈為線徑1.2mm 匝數10匝直徑9cm寬)，輸入電壓為12V，訊號產生器輸入方波12V、35KHz。
- (二)、次線圈為一組線徑0.6mm直徑4cm寬次線圈 20 匝，加上一組線徑0.6mm直徑9cm寬次線圈20 匝LC串聯諧振電路。
- (三)、整流電路採用實驗三、圖4-22的次線圈加一組諧振線圈電路電路圖。

實驗步驟：

- 1.測試設計的電路的輸出是否可以供應手持風扇的功率。
- 2.測試在諧振線圈加入不同的電容值，對供電電壓及電流之影響
- 3.實驗步驟如圖4-23所示,並將實驗數據(並聯電容值)紀錄之。



STEP 1.

打開手持小風扇外殼，移除電池重新接線測試小風扇所需3檔的電壓及電流並記錄。



STEP 2.

使用實驗中的決定的主線圈及輸入電壓12V1A及信號產生器為方波輸入12V，頻率35kHz做為輸入來源



STEP 3.

將主線圈及直徑38mm軟鐵粘貼於3CM厚的桌面底部



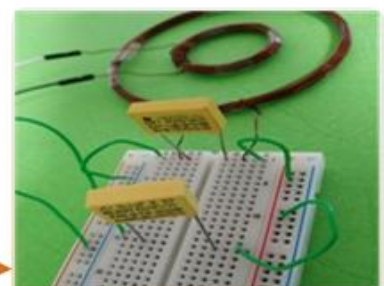
STEP 4.

重新制做新的線圈為直徑為4CM的20匝線徑0.6mm，做為輸出並接上實驗四的整流電路，輸出先接上電流計再接到小風扇的輸入



STEP 5.

使用一個次線圈線徑0.6mm直徑9cm寬次線圈20匝接上麵包板。



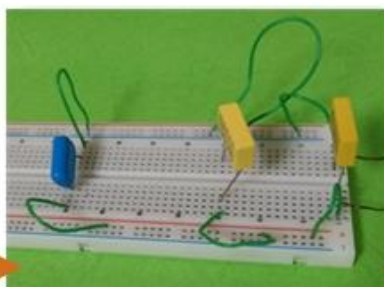
STEP 6.

依照振盪頻率的公式為計算後，接上一個比0.22小的電容，做為諧振次線圈使用。



STEP 7.

於次線圈的中間放入一個直徑28mm的軟鐵。



STEP 8.

依序再並聯0.01的電容，測試輸出電壓及電流變化並記錄。



STEP 9.

最後比較出最佳的參數做成小電路接上小風扇，完成改裝直接供電的成品。

圖4-23 增加無線傳輸效率方法對實際無線充電效果之影響實驗流程圖

伍、研究結果與討論

一、探討 MOSFET 振盪電路主線圈線徑對磁力輸出影響及次線圈匝數對輸出電壓之影響

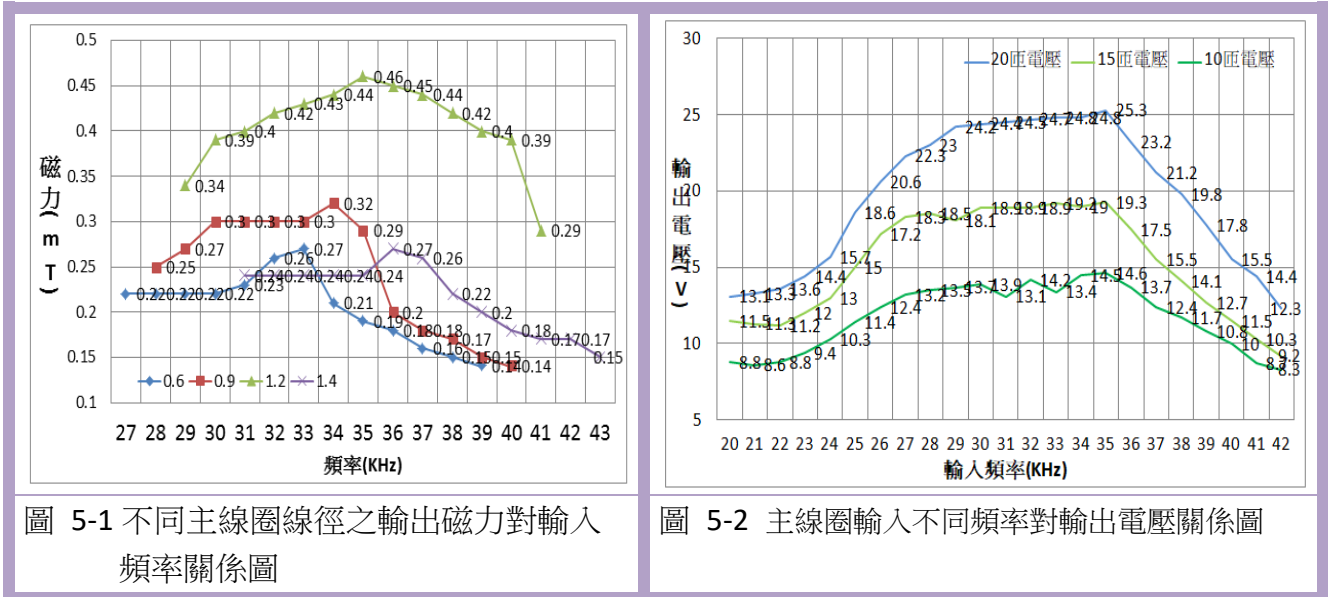


圖 5-1 不同主線圈線徑之輸出磁力對輸入頻率關係圖

圖 5-2 主線圈輸入不同頻率對輸出電壓關係圖

表二、主線圈通電5分鐘表面溫度表(室溫26°C)

主線圈線徑(mm)	0.6mm	0.9mm	1.2mm	1.4mm
線圈溫度(°C)	42°C	37.5°C	33.2°C	32°C

討論：

在第一個線徑的實驗中，只要頻率調到最大的磁力輸出的時候，電源供應器的輸出會自動最大的瓦數顯示，這個發現可以使用本組往後的實驗可以快速的找出線圈的最高峰值的頻率。由圖5-1中本組可以很清楚的看出最高的磁力為線徑1.2mm的0.46mT，因此本組往後主線圈的線徑為1.2mm。第二個不同的次線圈匝數實驗中，當接收的電壓愈大時愈容易看出往後實驗改善的效果，於是本組依最高感應電壓為基準，由圖5-2 找出最適合本組的電路的頻率是29~35KHz之間，最高點匝數(20)的為35KHz感應電壓為25.3V，匝數(15)的為35KHz感應電壓為19.3V，匝數(10)的為35KHz感應電壓為14.6V。因此本組之後的實驗確定輸入信號源為35KHz 方波。接著本組讓主線圈在最高峰值的頻率保持通電5分鐘，使用紅外線量測線圈的溫度，由圖5-1及表二可以看出線徑1.2mm的主線圈是最適合做為本組實驗的主線圈。

二、探討次線圈匝數對輸出電壓及電流之影響

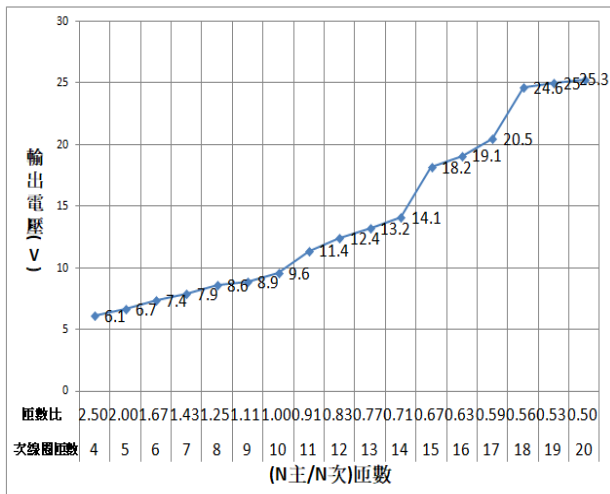


圖 5-3 不同匝數次線圈對輸出電壓關係圖

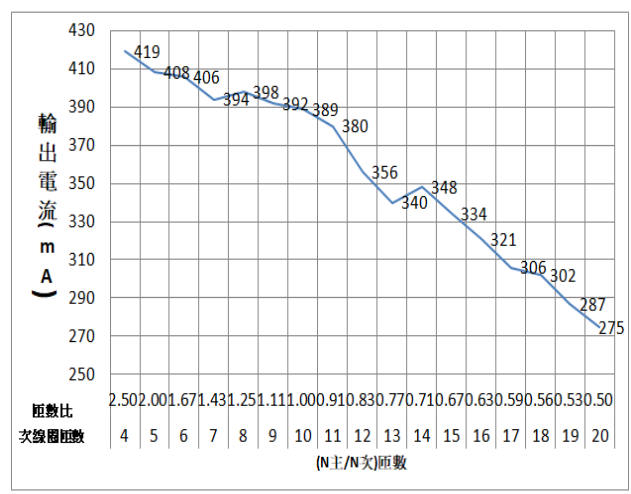


圖 5-4 不同匝數次線圈對輸出電流關係圖

討論：

由圖 5-3 的線圈匝數顯示：匝數 4 圈時，感應電壓只有 6.1V 的輸出，隨線圈匝數的逐步增加感應電壓也呈現上升趨勢，當到匝數 18 時呈現飽和狀況，推測可能是到達次線圈所能感應的最大電壓了。圖 5-4 的輸出電流呈現逐步下降的趨勢，在匝數 4 圈時所感應輸出的電流為 419mA，後在匝數 20 圈時，輸出的電流為 275mA。匝數比公式 $a = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$ ，當次側線圈匝數愈來愈多時，所感應的電壓會愈來愈大，電流會變得愈來愈小，符合變壓器理論。

三、研究增加無線傳輸效率之方法

(一)、分別測試在主線圈加入軟鐵及次線圈加入軟鐵之功率比影響

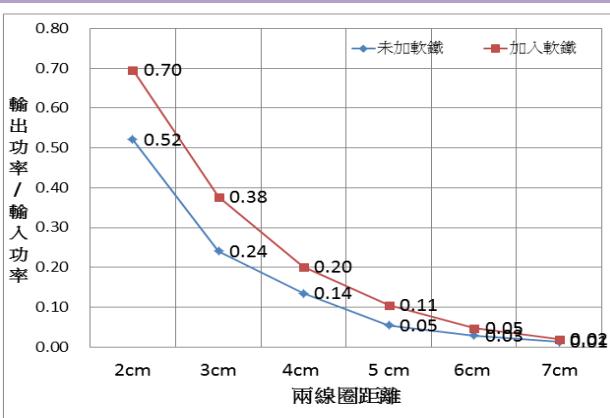


圖 5-5 主線圈加入軟鐵後輸出/輸入功率比對線圈距離關係圖

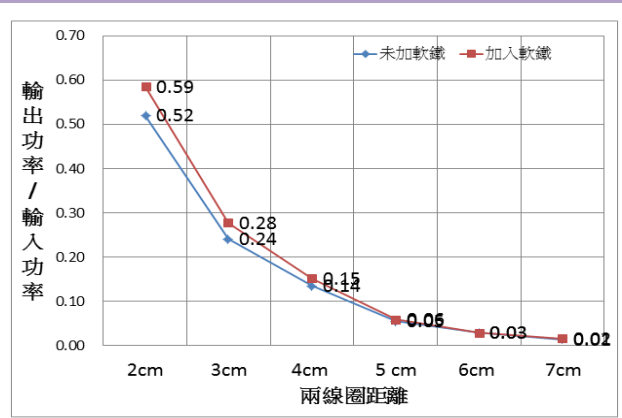


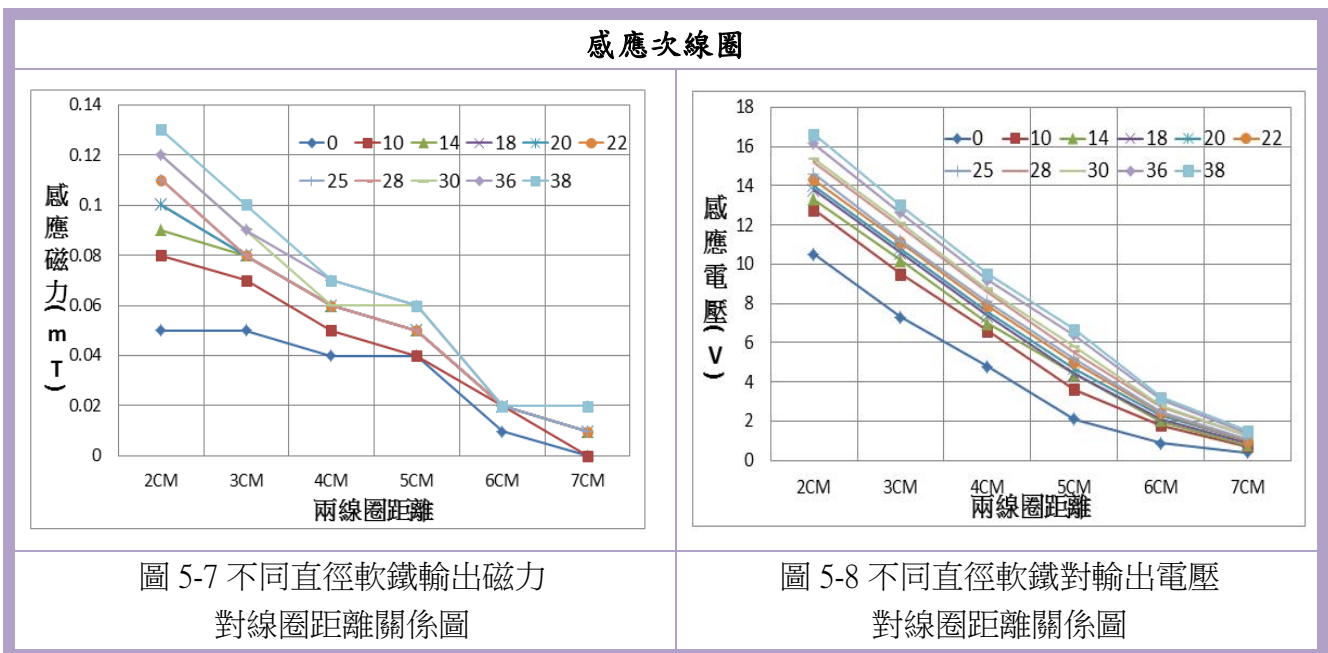
圖 5-6 次線圈加入軟鐵後輸出/輸入功率比對線圈距離關係圖

討論：

由圖5-5本組可以很清楚看出，當次線圈匝數20匝及主線圈加入軟鐵後，功率比從0.52提升到0.7，在兩線圈距離超過6cm後，加入軟鐵就沒有任何提升功率的效果。當兩線圈距離為2cm時，主線圈加入軟鐵後，約提升原本功率比的35% $=((70-52)/52)$ 。

圖 5-6 在次線圈未加入軟鐵時，兩線圈距離為 2cm 所感應功率比 0.52，當次線圈加入軟鐵後，功率比從 0.52 提升到 0.59，在距離超過 5cm 後加入軟鐵也沒有任何提升功率的效果。當兩線圈距離為 2cm 時，次線圈加入軟鐵後，約提升原本功率比的 13% $=((59-52)/52)$ 。

(二)、主線圈加入不同直徑軟鐵對無線傳輸磁力及輸出電壓之影響



討論：

由圖 5-7 的磁力顯示可以看出當軟鐵的直徑愈大，愈能夠增加磁力的輸出，圖 5-8 軟鐵直徑愈大對出電壓的部份也是呈現上升的趨勢。以鐵心直徑 38mm 為例，由 10.5V 增加到 16.5V。

(三)、主線圈有無加入軟鐵對充電時間之影響

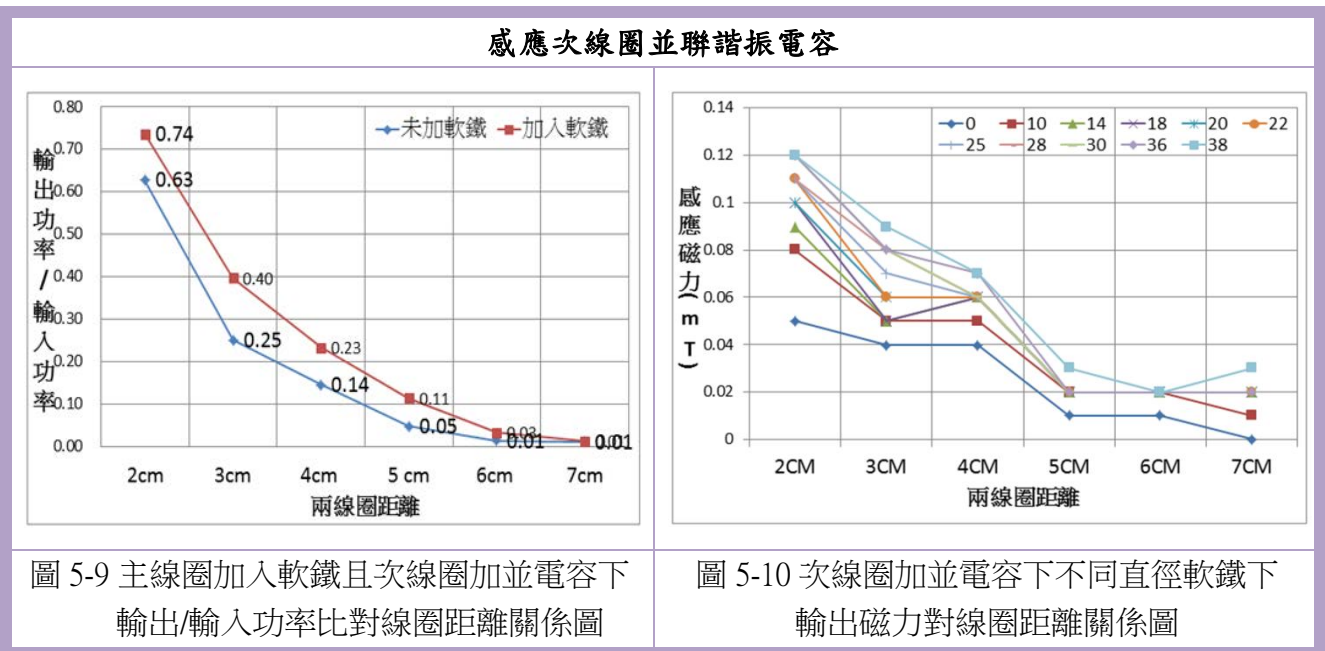
表三、主線圈有無加入軟鐵充電10mAh所需時間

充電時間 主線圈	兩線圈距離	
	2cm	3cm
主線圈未加軟鐵	9分32秒	不能充電
主線圈加軟鐵	5分23秒	10分8秒

討論：

1. 由表三可知，兩線圈距離2cm，無線喇叭充電到10mAh時間為9分32秒，在加入軟鐵後縮短到5分23秒減少了3分51秒(效率約提升40%)。
2. 在兩線圈距離增為3cm時，感應電壓過低不能為設備充電(直流電壓不到4.5V以上)，不過在主線圈加入軟鐵後，感應電壓有上升到達4.5V又可以為設備充電，且充電速度跟原本(主線圈未加入軟鐵)兩線圈距離2cm的速度只增加36秒。

(四)、主線圈加入軟鐵及次線圈加入諧振電容對無線傳輸效率之影響



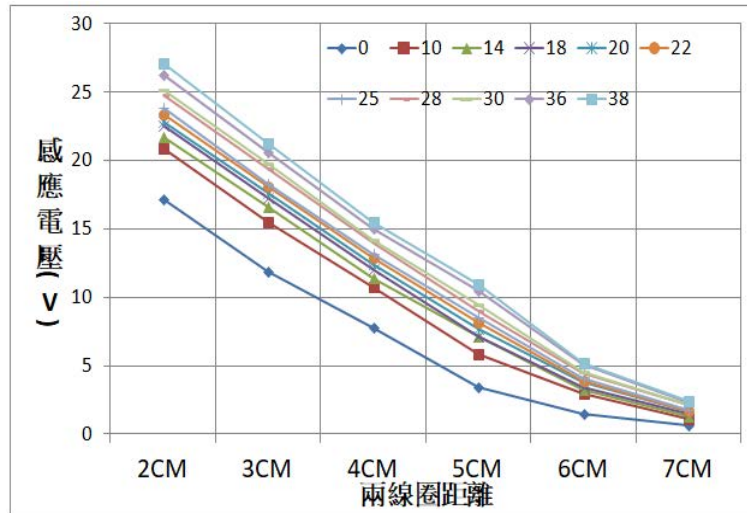


圖 5-11 次線圈加並電容下不同直徑軟鐵下輸出電壓對線圈距離關係圖

表四、次線圈加電容充電 10mAh 所需時間

充 電 時 間	兩 線 圈 距 離	
	2cm	3cm
次線圈並聯電容	2 分 41 秒	3 分 42 秒
次線圈並聯電容(主線圈加軟鐵)	2 分 10 秒	2 分 49 秒

討論：

由圖 5-9 得知當次線圈匝數 20 匝加上 $0.22 \mu F$ 的電容及主線圈加入軟鐵後，跟圖 5-5 比較功率比從 0.52 提升到 0.74，當兩線圈距離為 2cm 時，主線圈加入軟鐵及次線圈加電容後，約提升原本只有次線圈功率比的 $42\% = ((0.74 - 0.52) / 0.52)$ 。跟僅加主線圈軟鐵的圖 5-5 比較，加入電容後獲得額外 $8\% = ((0.74 - 0.7) / 0.52)$ 的功率比提升。

由圖 5-10 的磁力變化來看當軟鐵的直徑愈大，所能增強磁力的愈強，跟圖 5-7 做比較，發現有磁力被拉下來的趨勢，推測磁力可能是被次線圈加諧振電容所吸引而有所減少，圖 5-11 的電壓變化上跟圖 5-8 比較後，有明顯的提升輸出電壓的效果。以鐵心直徑 38mm 為例，輸出電壓由 17V 增加到 27V。

在實際充電上，表四最快的時間跟表三中去對，充電時間縮短了 7 分 22 秒，大約是 4.4 倍左右。

(五)、主線圈加入軟鐵及次線圈加入一組諧振線圈對無線傳輸效率之影響

感應次線圈加一組諧振線圈

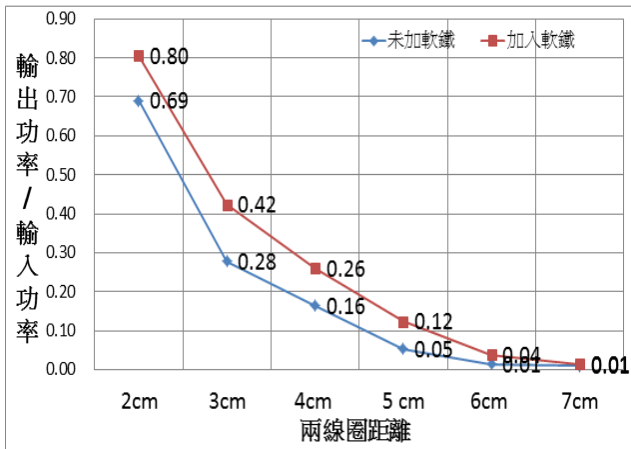


圖 5-12 主線圈加入軟鐵 次線圈加諧振線圈輸出/輸入功率比關係圖

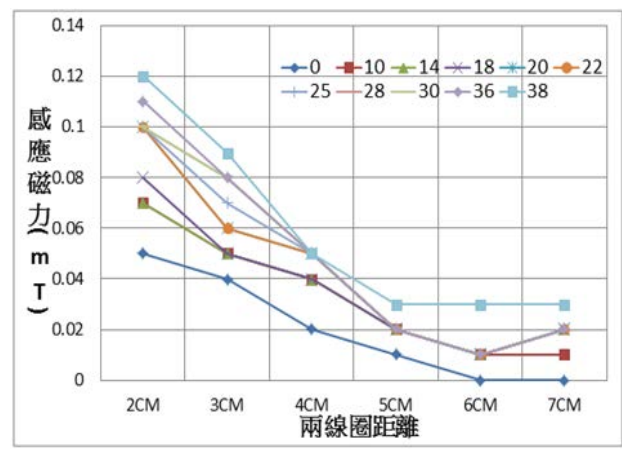


圖 5-13 次線圈加諧振線圈下不同直徑軟鐵 輸出磁力對線圈距離關係圖

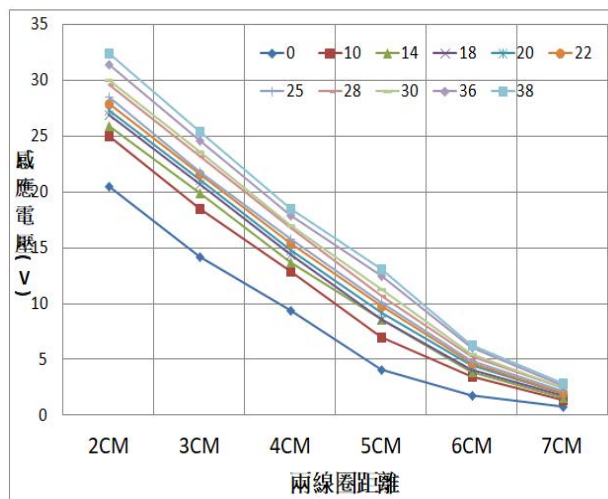


圖 5-14 次線圈加諧振線圈下不同直徑軟鐵輸出電壓對線圈距離關係圖

表五、加一組諧振線圈充電 10mAh 所需時間

充 電 時 間	兩線圈距離	
	2cm	3cm
加一組諧振線圈	2 分 28 秒	4 分 46 秒
加一組諧振線圈(主線圈加軟鐵)	1 分 56 秒	3 分 10 秒

討論：

由圖5-12跟圖5-5比較後，發現在未加入軟鐵時及諧振線圈，兩線圈距離為2cm所感應功率比0.52，當次線圈先加入一組諧振線圈，功率比從0.52提升到0.68，在主線圈加入軟鐵後，功率比從0.69再提升到0.8，功率比共提升53% $=((80-52)/52)$ 。

由圖 5-12 次線圈的磁力跟圖 5-7 比較有變小 0.01 mT 左右，跟實驗(四)一樣推測可能是被諧振線圈所吸收了，感應電壓圖 5-14 相對的有提昇到目前所量測到的最大值 32V，接著本組接著進行實際充電的測試，表五的結果去跟表三做比較，充電到 10mAh 所需時間從最原先的 9 分 32 秒縮短到 1 分 56 秒，大約是 4.9 倍的改善效果。

四、應用於直接無線供電風扇系統

表六、手持風扇 18650 電池供應電力資料

	1 檔	2 檔	3 檔
電壓(V)	4.57V	4.54V	3.8V
電流(A)	0.242A	0.388A	0.62A
功率(W)	1.1W	1.68W	2.356W

註明：手持風扇風速順序為 1 檔(弱) < 2 檔(中) < 3 檔(強)。

本組所設計的電路中，所選用的軟鐵直徑是 28mm 跟原本風扇的握柄，是差不多大小的，當然軟鐵的截面積愈大所改善的效果也是最好的，不過考慮到重量及手感的問題，最終是選擇 28mm 的軟鐵，做為本次實驗的元件。



圖 5-15、本組所設計的電路，兩線圈距離 3 公分所感應的電壓及電流

由圖 5-15 的電流顯示可以算出約 $3.69 \times 0.66 = 2.44\text{W}$ ，符合三檔所需的瓦數。

表七、更換不同的諧振電容值線圈輸出功率表

	電容(μF)	0.2	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27
1 檔	電壓(V)	4.46	5.1	5.1	5.1	5.09	5.1	4.52	4.58
	電流(A)	0.247	0.28	0.281	0.278	0.274	0.271	0.255	0.262
	功率(W)	1.10	1.43	1.43	1.42	1.39	1.38	1.15	1.20
2 檔	電壓(V)	4.46	3.93	4.76	4.4	4.52	4.4	3.92	3.97
	電流(A)	0.247	0.343	0.428	0.415	0.404	0.362	0.347	0.347
	功率(W)	1.10	1.35	2.04	1.83	1.83	1.59	1.36	1.38
3 檔	電壓(V)	風扇	風扇	3.84	3.87	3.84	3.79	風扇	風扇
	電流(A)	不動	不動	0.62	0.594	0.59	0.571	不動	不動
	功率(W)			2.38	2.30	2.27	2.16		

討論：

(一)由表六可以得知，手持電風扇最強風力所需要的瓦數為 2.356W 。

(二)經由本組所設計的電路在主線圈桌面底下 3cm 處所感應的瓦數可以到達 2.44W ，所以是可以直接供電給手持電風扇。

(三)由表七得知，本組所選用的電容 $0.22 \mu\text{F}$ 是最接近的 LC 諧振電路最佳組合，符合計算公式 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 的結果。

(四)一旦中間的軟鐵拿掉，風扇只能開到 2 檔，再按一下開關就風扇就直接停止不動了。

陸、結論

一、探討 MOSFET 振盪電路主線圈線徑對磁力輸出影響及次線圈匝數對輸出電壓之影響

在不同線徑的主線圈磁力測試中，本組發現一個可以快速的找出線圈的最高峰值的頻率，只要頻率調到最大的**磁力輸出**的時候，電源供應器的輸出會自動調整到**最大的瓦數**顯示，也就是當設定電源供應為 $12\text{V}1\text{A}$ 的時候，當頻率調到最大的**磁力輸出**，會顯示約 12W 的輸出，相當的方便。在主線圈(電感)中，電阻隨著頻率的提高而呈線性增加，線圈(電感)到諧振頻率之前呈現上升，一旦過了諧振頻率就會逐步下降，本組電路依據這個理論找到最適合的頻率為 35KHz 。而且線徑 1.2mm 的主線圈發射功率是本組實驗中最好的，溫度也不會很燙。

二、探討次線圈匝數對輸出電壓及電流之影響

實驗證明線圈匝數比和輸出電壓比成正比，線圈匝數比和電流大小成反比，與變壓器理論相符。

三、研究增加無線傳輸效率之方法

- (一)、證實主線圈加軟鐵效果是最好的。
- (二)、無線電力傳輸的原理跟變壓器是相符。
- (三)、主線圈加軟鐵及次線圈再加一組諧振線圈，改善的效果是最好的。

四、應用於直接無線供電風扇系統

本組所設計的電路，在線圈沒有加入軟鐵前，只能開到 2 檔，一開 3 檔風扇就停止轉動，且經由更換不同的諧振電容值也可以證明跟諧振頻率公式 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 所算出來的結果是相符的。

為了使本組所設計電路在一般環境中使用，於是參考了第 57 屆科展中 555 計時器可以產生 35KHZ 方波去驅動本組的振盪電路，以下是本組使用的材料費用：

表八、使用的電子材料明細表

	IRFZ44N	555 IC	1.2 漆包線	0.6 漆包線	1N4004	電容	7805	電阻	
個數	1	1	1	1	4	5	1	2	
價格	25	7	32	32	2	6	10	2	
總計	25	7	32	32	8	30	10	4	149 元

R1 (KΩ)	R2 (KΩ)	C (uF)	開始計算
1	20	0.001	
T1 (ms)	T2 (ms)	頻率 (Khz)	
0.01455	0.01386	35.1219512	重置

圖6-1、555 計時器頻率計算機

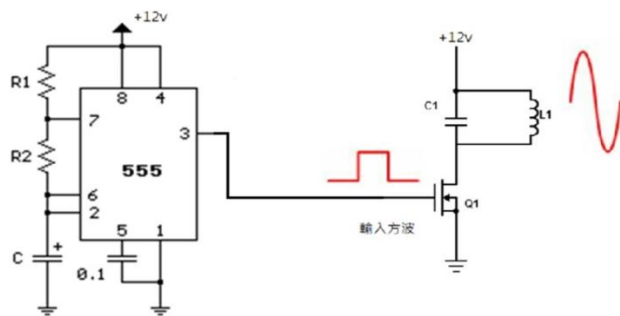


圖6-2、555 計時器及振盪電路組合圖

於是本組買了一組 12V 1A 變壓器約 48 元，本組的電路在家用的插頭就可以很方便使用了。

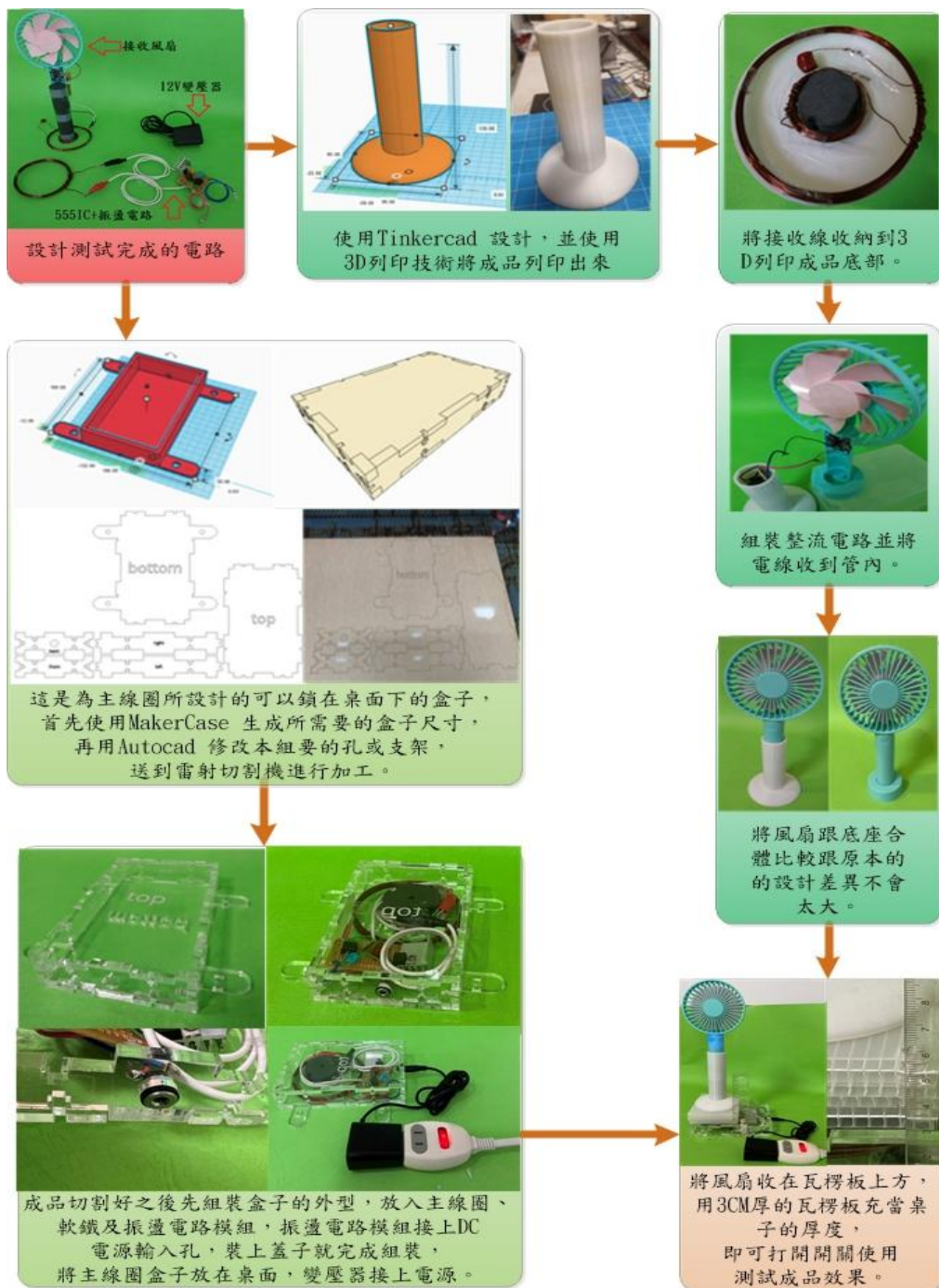


圖 6-3 本組依電磁感應所設計無電池風扇成品流程圖



圖 6-4 本組無電池風扇成品組裝前後照片


五、總結

本組從一開始的無線電力傳輸的方式，一直收集相關感應式電力無線傳輸的發展，文章中常被提及反饋的問題，不外乎需要準確對位、傳輸效率不佳、傳輸速度慢與溫度較高、傳輸距離受限等因素。目前市售的大功率的無線充電器，為了加大傳輸功率，一直去加大發射端的電壓或電流，相對的結果也容易導致線圈發燙，更是浪費能源。無線充電的原理類似於變壓器耦合傳輸電能，不同的是兩感應線圈間距較遠，導致磁場漏感較大與低耦合係數。於是本組以傳輸效率不佳的因素進行改善，在**主線圈**加入**軟鐵**使**無線傳輸**損耗減到最少，這是一個之前文獻所沒有注意到的**重大發現**。在實驗的過程中發現**主線圈**加入**軟鐵**後，原本線圈功率比52%可以提升到**70%**，再加入一組諧振線圈，又再提升輸出功率比到**80%**，這樣便宜又簡單的方法可以提供給大家參考。也希望日後會有其它材質來代替軟鐵，將電磁感應的磁力線變成具有指向性且像是有線傳輸一樣，減少能量損耗的效果。


一般正常使用18650電池時，充電壽命可達500次~1000次，電池的充電也會隨著每次的充放電，效率會愈來愈差，當不能再使用的時候就只能回收不能再重新利用，這樣對於環境是一種污染，如果可以採用無線供電的方式就不會有這個問題，像是電動車或交通工具本身的電池變成直接供電的方式來驅動，也就不會有報廢電池的問題。

六、以下本組跟歷屆相關科展的比較表：



表九、第54屆與本組比較表

比較	作品名稱	第 54 屆 國中組 物理科 飛「波」傳「電」~6V 電池直流 電源之無線電力傳輸與充電[7]	第 62 屆 國中組 生活與應用科學科(一) 無線你的無線--無線傳輸效能 的改善
比較項目		倍壓式整流電路	串聯諧振電路
實驗結果(輸出)		增加 3.9 倍	增加 3.8 倍
主線圈加軟鐵(輸出)		NO	增加 4.9 倍 

表十、第57屆與本組比較表

比較	作品名稱	第 57 屆 國中組 生活與應用科學科 低調也行-應用電磁感應原理探 討低頻無線傳輸及無線充電之效 能[1]	第 62 屆 國中組 生活與應用科學科(一) 無線你的無線--無線傳輸效能 的改善
比較項目		電磁感應線圈	電磁感應線圈
實驗結果(功率比)		0.42	0.52
主線圈加軟鐵(功率比)		NO	0.7 

表十一、第58屆與本組比較表

比較	作品名稱	第 58 屆 國中組 生活與應用科學科(一) 無線傳電「遠」又「多」-利用特 斯拉線圈自製無線傳電系統[8]	第 62 屆 國中組 生活與應用科學科(一) 無線你的無線--無線傳輸效能 的改善
輸入電壓		15V	12V 
實驗結果(輸出)		2.88W 	2.44W
價格		200 元	149 元 
體積大小		大	小 

根據實驗比較結果(輸出功率)，本組在輸出功率項目沒有勝過第58屆的原因，在於他的輸入電壓為15V。如果在以相同電壓的條件下，58屆的實驗四、第二代無線傳電系統在輸入12V時，所能輸出最高功率為1.35W，結論就是本組更佔優勢，且價格更為便宜，使用更方便，效果也是最好的。

註明：58屆沒有標明輸入電流，無法算出功率比為多少，於是僅能以輸出瓦數作為比較項目。

柒、參考資料

- 1、邱裕仁等(2017)。低調也行-應用電磁感應原理探討低頻無線傳輸及無線充電之效能。全國第57屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 2、高三物理(下)18-2載流導線的磁場I載流圓形線圈的磁場 (43- 52頁)。臺南市。翰林出版
- 3、磁共振結合無線充電 提升功率擴大應用。取自 <https://reurl.cc/rDvqXr>
- 4、「不插電」電動車環島將成真？改變生活的無線充電技術。取自<https://reurl.cc/2Zj9jv>
- 5、基本電學下冊 第11章 諧振電路 (228-277頁)。新北市。全華出版
- 6、王茅復興(2019)。無線充電原理和簡易裝置的製作。每日頭條。取自<https://reurl.cc/3oMy7X>
- 7、許躍繭等(2014)。飛「波」傳「電」～6V 電池直流電源之無線電力傳輸與充電。全國第54屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 8、高浩鈞等(2018)。無線傳電「遠」又「多」—利用特斯拉線圈自製無線傳電系統。全國第58屆中小學科學展覽會作品說明書。以下是本組所使用的材料費用

【評語】 032802

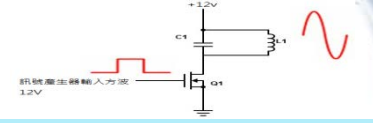
本作品探討電磁線圈間透過磁場耦合進行無線能量傳輸時，提高能量傳輸效率的方法，包括線圈線徑、線圈大小、加入軟鐵芯、諧振線圈等，主要結論是主線圈加軟鐵，次線圈加入並聯電容可有效提高效率降低能量損耗，傳輸效益有顯著提升，惟創意上仍顯有些不足，在實際應用上，必須有電路產生最佳的共振頻率方能得到最佳傳輸，且缺乏與市面上無線充電器材比較。鼓勵作者再接再厲，繼續精進，讓作品更完善。

作品簡報

無線你的無限 --

無線電力傳輸效能的改善

科別：生活與應用科學科(一)(機電與資訊)
組別：國中組



無線電力傳輸是什麼?

最常見傳輸的方式?

磁場對人體有害嗎?

傳輸的方式有那些?

傳輸效率?

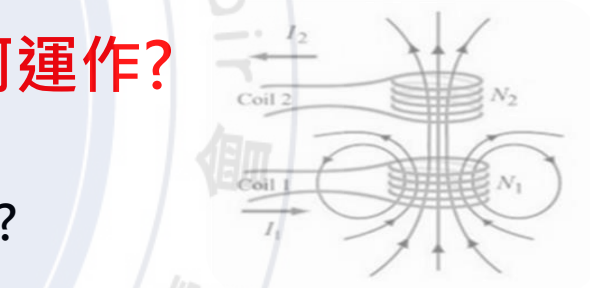
電生磁，磁生熱會有危險嗎?

電磁感應如何運作?

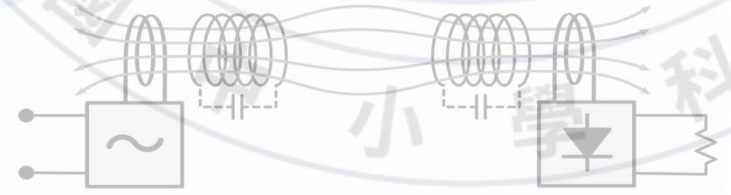
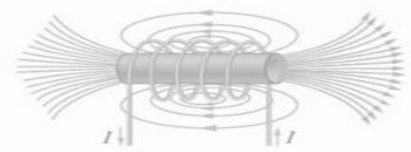
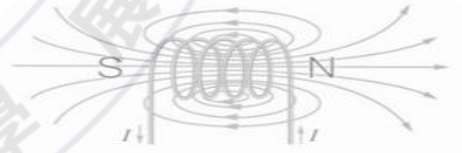
有什麼缺點?

如何增加傳輸效率?

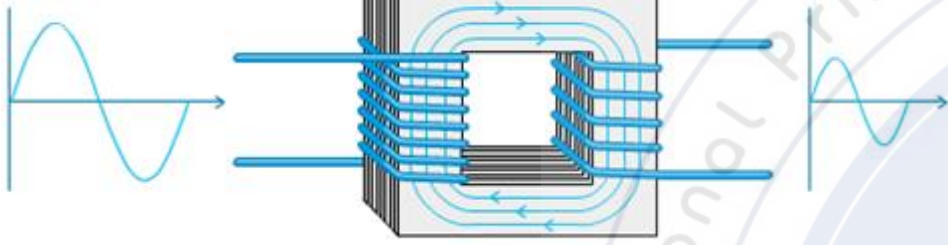
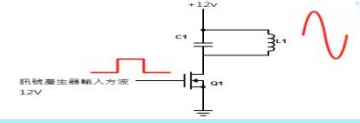
(2) 增加傳輸距離?



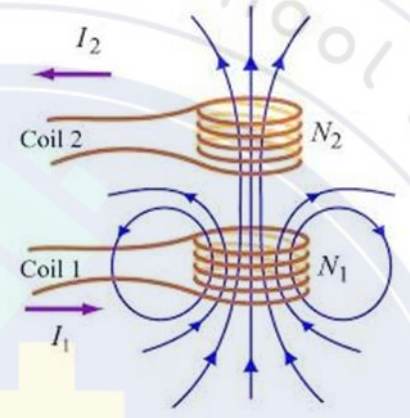
(1) 集中磁力傳輸?



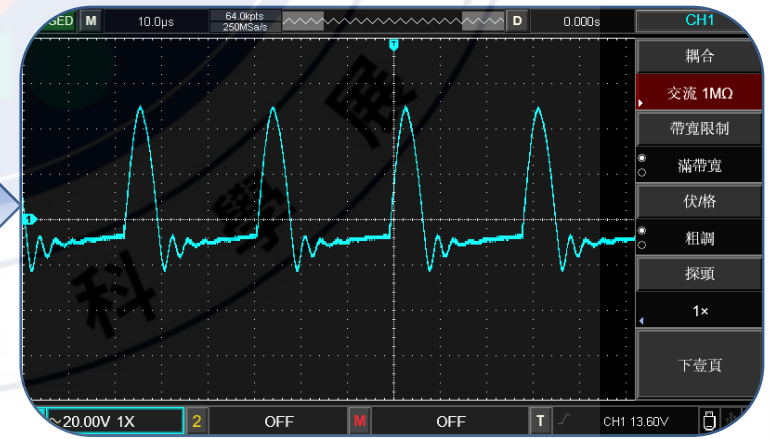
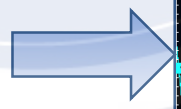
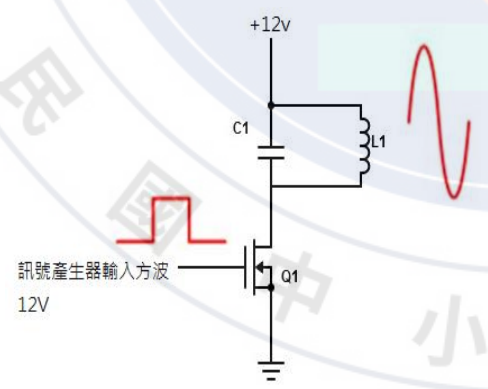
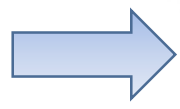
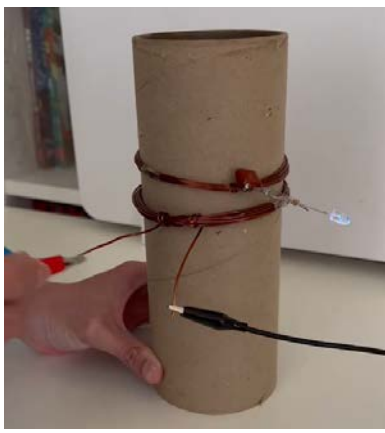
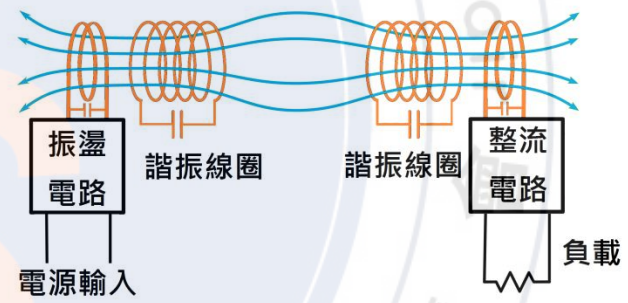
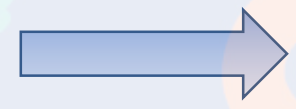
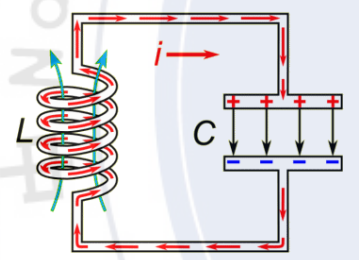
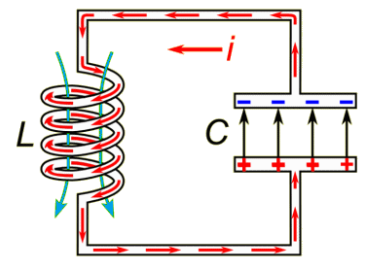
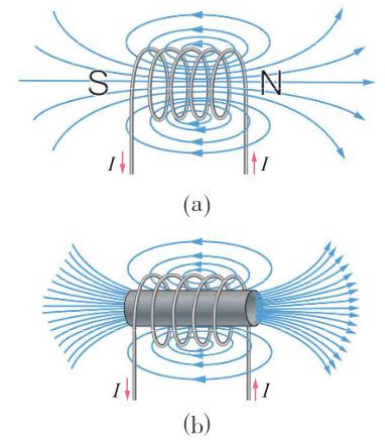
原理探討及研究



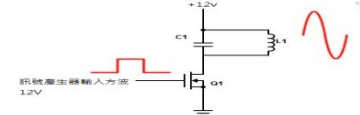
VS



差異



研究流程圖



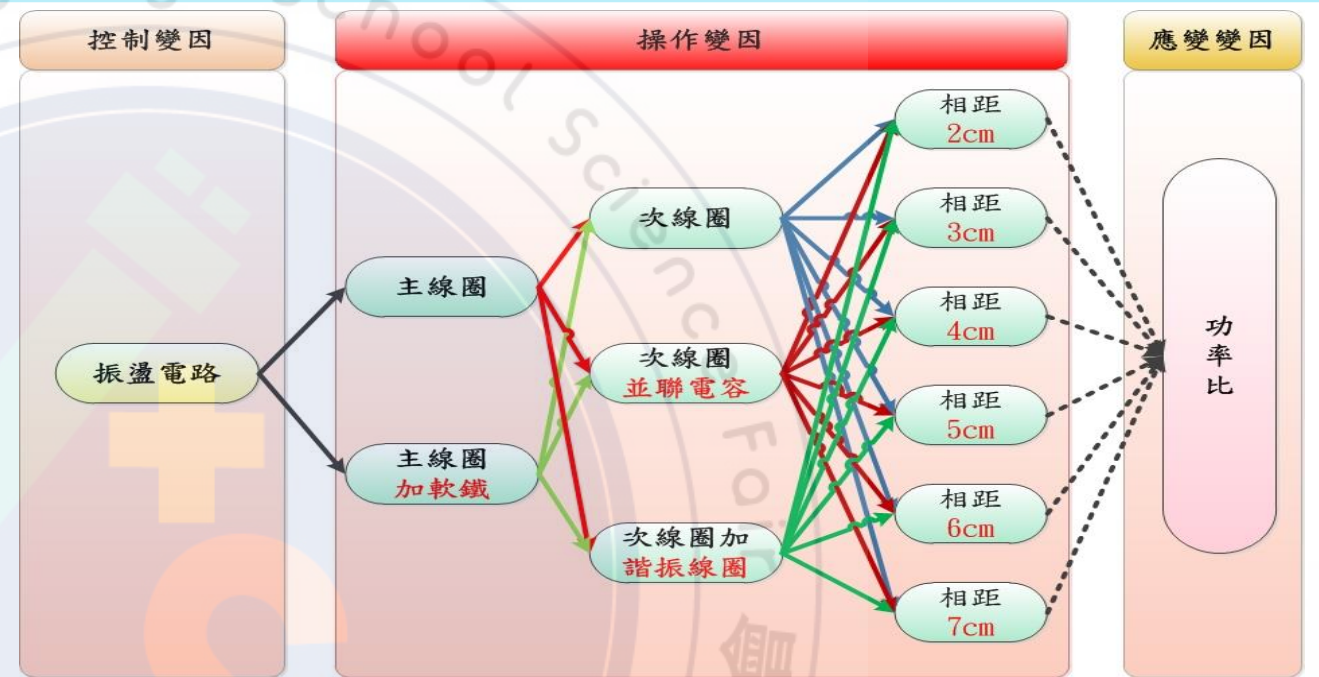
- 實驗一、探討MOSFET 振盪電路主線圈線徑對磁力輸出影響及次線圈匝數對輸出電壓之影響
- 實驗二、探討次線圈匝數對輸出電壓及電流之影響
- 實驗三、研究增加無線傳輸效率之方法
- 實驗四、應用於直接無線供電風扇系統



電磁感應線圈加入軟鐵及諧振線圈，能有效提升原本無線傳輸線圈效率50%之效果

節能就此開始，輕鬆提升50%無線傳輸效率，創造你的無限可能

▲研究架構圖



▲操作變因參數示意圖

- 一、了解
 - 振盪電路運作原理
 - 主線圈選用條件
 - 次線圈選用條件
- 二、建立主線圈最佳參數
- 三、建立次線圈最佳參數
- 四、找出增加無線傳輸效率的方法
 - 加入軟鐵的效果
 - 加入諧振線圈的效果
- 五、改善後的無線電力傳輸系統架構設計相關之應用

研究結果與討論(一)



主、次線圈選用條件實驗

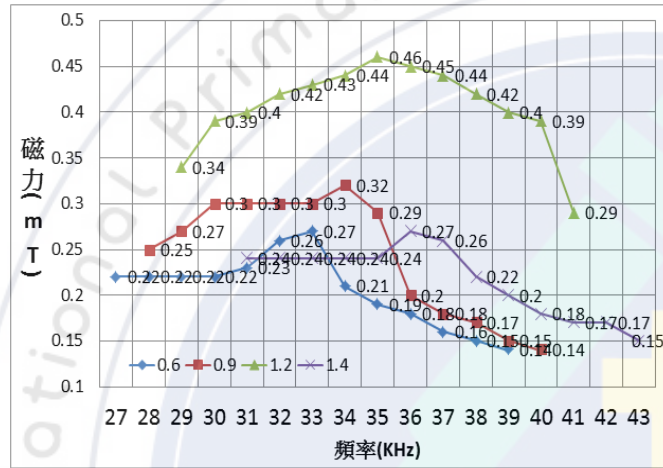
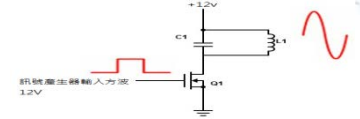


圖1.不同主線圈線徑對輸出磁力關係圖



表一、主線圈通電5分鐘表面溫度表(室溫26°C)

主線圈線徑	線圈溫度
0.6	42
0.9	37.5
1.2	33.2
1.4	32

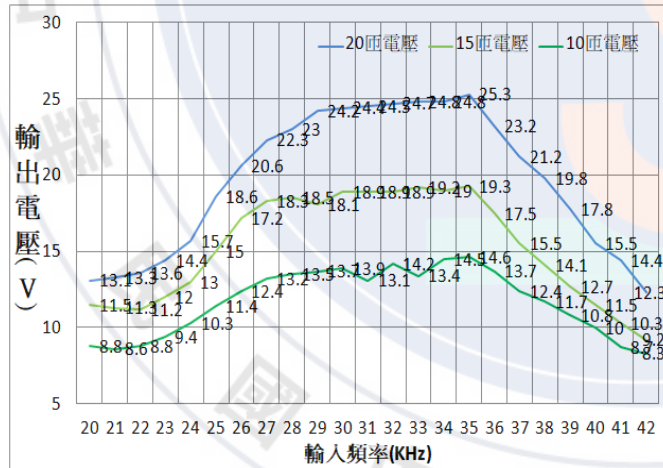


圖2.不同次線圈匝數之輸出電壓對主線圈輸入頻率關係圖

- 一、主線圈的磁力測試：
 - (一)、頻率調到最大的磁力輸出的時候，電源供應器的輸出會顯示設定瓦數時最大值。
 - (二)、由圖一可以很清楚的看出最高的磁力為線徑**1.2mm**的**0.46mT**最適合。
 - (三)、主線圈在最高峰值的頻率保持通電5分鐘，表一可以看出線徑**1.2mm**的主線圈是最適合做為本組實驗的主線圈
- 二、次線圈的輸出測試：
 - (一)、不同匝數的最高電壓都落在**35KHz**
 - (二)、本組之後的實驗確定輸入信號源為**35KHz 方波**

研究結果與討論(二)

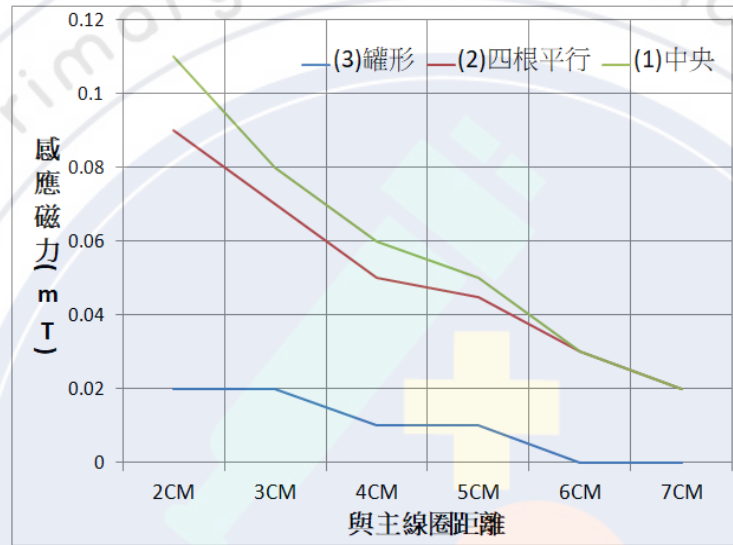
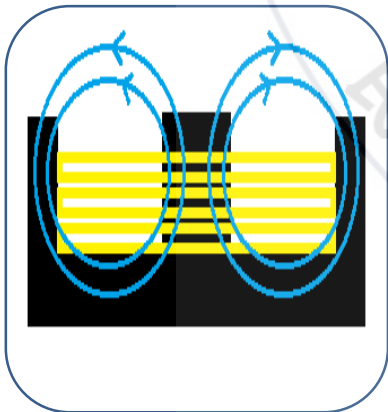
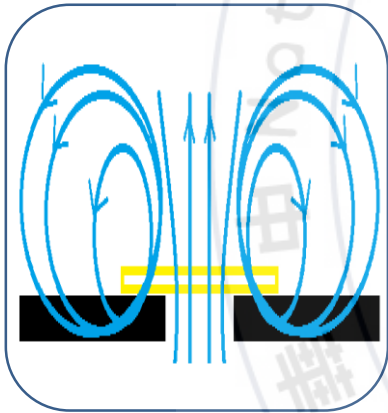
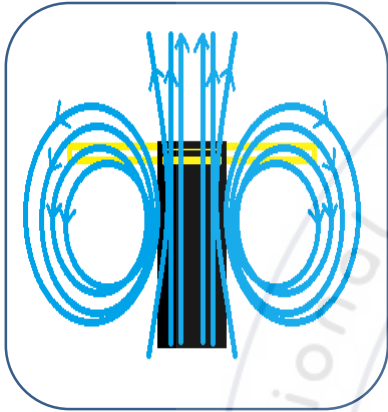
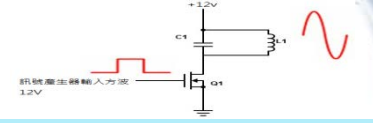


圖3 軟鐵排列位置對主線圈增加磁力之影響

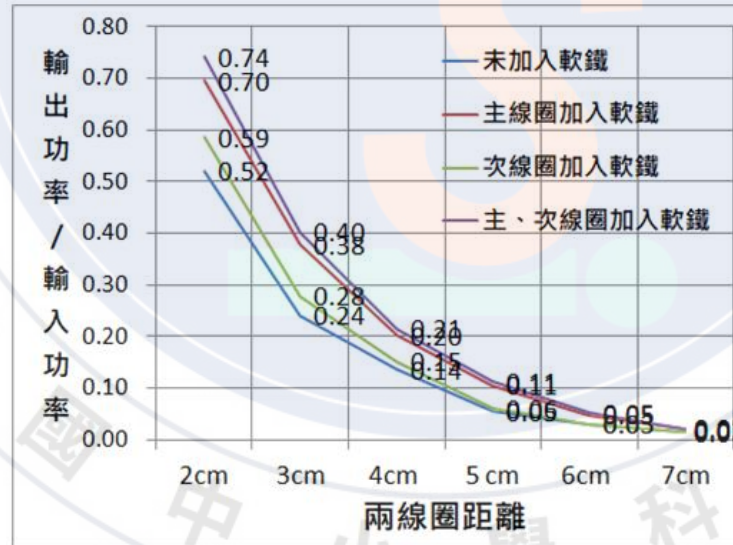


圖4 線圈加入軟鐵之輸出/輸入功率比對線圈距離關係圖

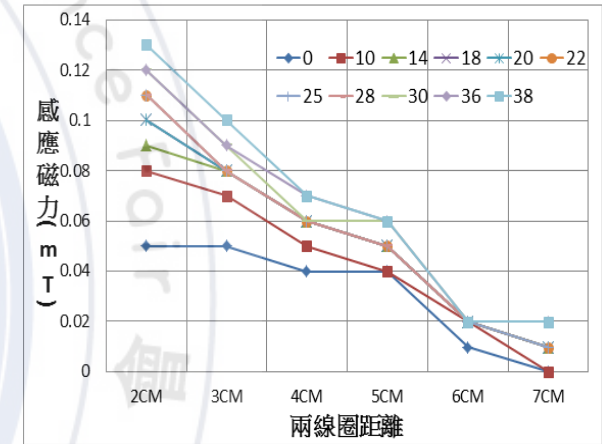


圖5 不同直徑軟鐵之輸出磁力對線圈距離關係圖

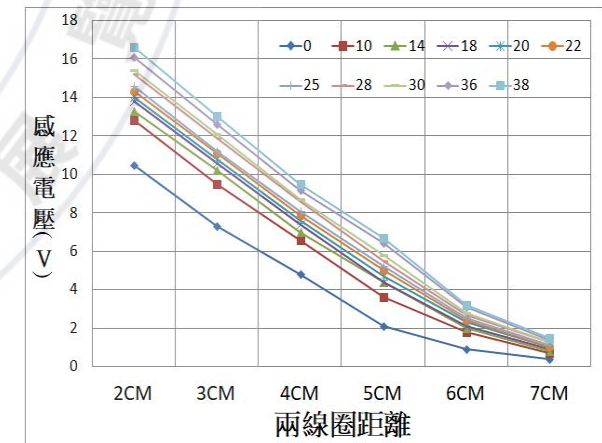
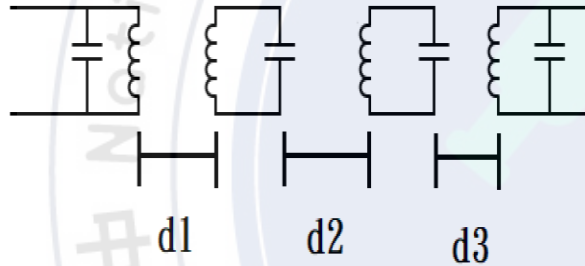
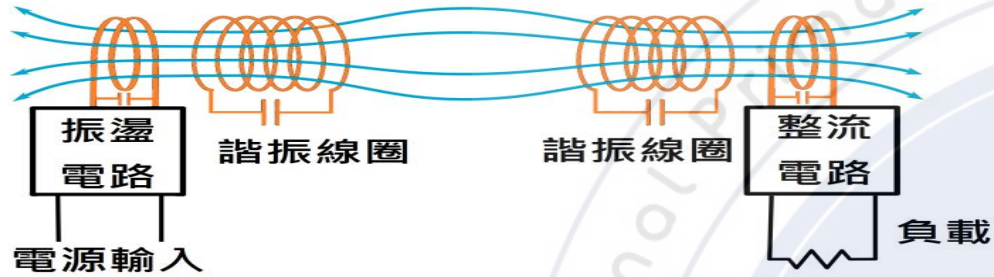
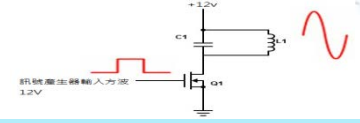


圖6 不同直徑軟鐵之輸出電壓對線圈距離關係圖

研究結果與討論(三)



表二 感應輸出功率對線圈距離關係圖

距離cm	2	3	4	5	6	7
電壓(V)	5.02	4.82	4.69	4.58	4.41	4.39
電流(mA)	147.35	111	91.94	67.34	44.81	32.09
功率(mW)	740	535	431	308	198	141

表三 加入諧振線圈輸出功率對線圈距離關係圖

電壓(V)	4.85	4.63	4.6	4.4	4.24	3.01
電流(mA)	121	70	62.3	30.5	16.8	7.5
功率(mW)	587	324	287	134	71	23
d1(cm)	2	3	4	5	6	7
d2(cm)	2	3	4	5	6	7
d3(cm)	2	3	4	5	6	7
總距離(cm)	6	9	12	15	18	21

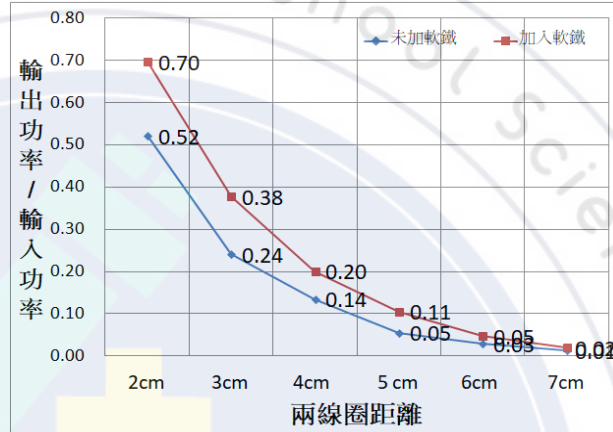


圖7 主線圈加入軟鐵之輸出/輸入功率比對線圈距離關係圖

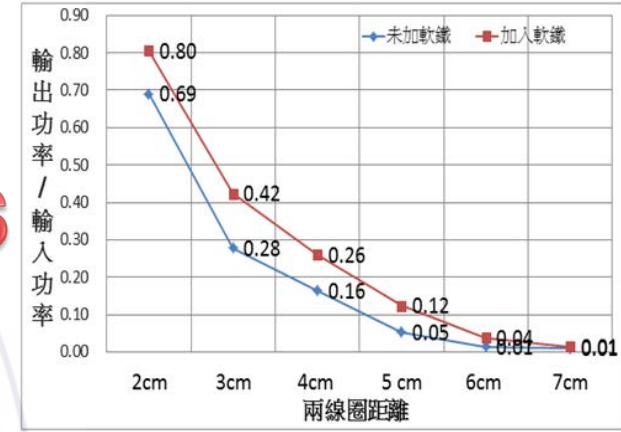


圖8 主線圈加入軟鐵次線圈加諧振線圈之輸出/輸入功率比關係圖

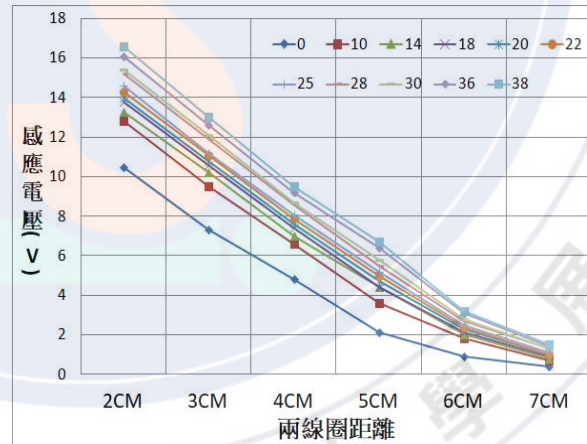


圖9 不同直徑軟鐵之輸出電壓對線圈距離關係圖

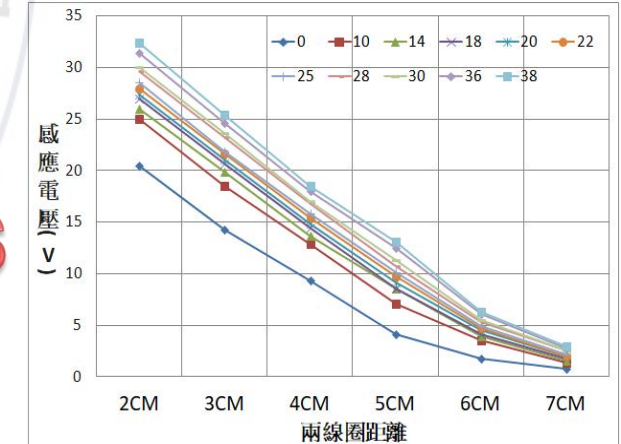
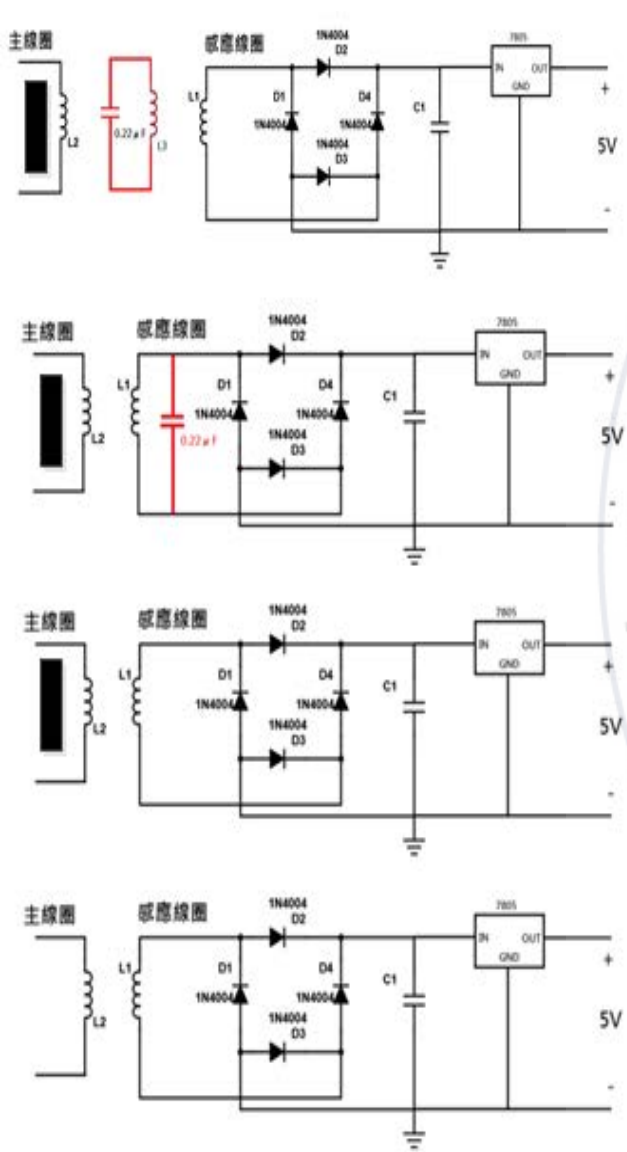
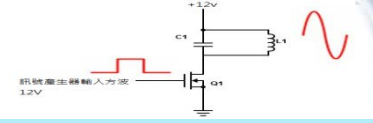


圖10 不同直徑軟鐵次線圈加諧振線圈之輸出電壓對線圈距離關係圖

VS

VS

研究結果與討論(四)



1:56

2:10

5:23

09:54

圖11 加入不同組合元素充電10mAh所需時間(兩線圈相距2cm)

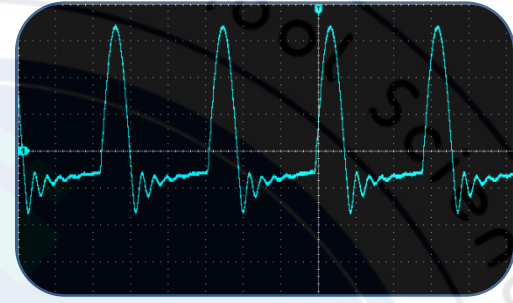


圖12 次線圈輸出波形

最大值	30.40V	最小值	-15.20V	頂值	30.00V	底值	-6.00V
幅度	36.00V	峰峰值	45.60V	中間值	12.00V	平均值	-800.00mV
周期平均值	0.00V	均方根	12.00V	周期均方值	12.40V		
周期	28.68µs	頻率	34.87kHz	上升時間	2.56µs	下降時間	2.72µs
正占空比	19.55%	負占空比	80.45%	面積	-128.00mVs	周期面積	0.00Vs

圖14 次線圈輸出資料

最大值	41.20V	最小值	-21.60V	頂值	40.40V	底值	-9.20V
幅度	49.80V	峰峰值	62.80V	中間值	15.60V	平均值	-2.00V
周期平均值	-800.00mV	均方根	17.20V	周期均方值	17.60V		
周期	28.57µs	頻率	35.00kHz	上升時間	2.72µs	下降時間	2.86µs
正占空比	22.30%	負占空比	77.70%	面積	-320.00mVs	周期面積	-457.22µVs

圖16 主線圈加軟鐵次線圈輸出資料

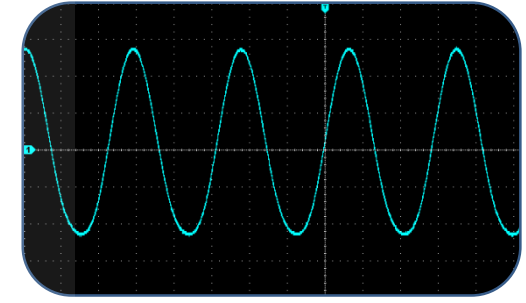


圖13 次線圈加諧振電容輸出波形

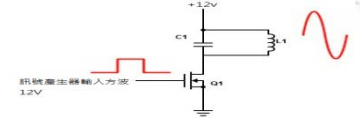
最大值	39.20V	最小值	-37.20V	頂值	38.00V	底值	-36.40V
幅度	74.40V	峰峰值	76.40V	中間值	800.00mV	平均值	-1.60V
周期平均值	-1.20V	均方根	27.20V	周期均方值	28.80V		
周期	28.57µs	頻率	35.00kHz	上升時間	7.61µs	下降時間	7.94µs
正占空比	46.02%	負占空比	53.98%	面積	-256.00mVs	周期面積	-686.73µVs

圖15 主線圈加軟鐵次線圈加諧振電容輸出資料

最大值	46.40V	最小值	-44.80V	頂值	45.60V	底值	-44.00V
幅度	89.60V	峰峰值	91.20V	中間值	800.00mV	平均值	800.00mV
周期平均值	800.00mV	均方根	32.00V	周期均方值	31.20V		
周期	28.58µs	頻率	35.00kHz	上升時間	7.94µs	下降時間	8.35µs
正占空比	49.91%	負占空比	50.09%	面積	128.00mVs	周期面積	457.28µVs

圖17 主線圈加軟鐵次線圈加諧振線圈輸出資料

研究結果與討論(五)



STEP 1.
打開手持小風扇外殼，移除電池重新接線測試小風扇所需3檔的電壓及電流並記錄。

STEP 2.
使用實驗中的決定的主線圈及輸入電壓12V1A及信號產生器為方波輸入12V，頻率35kHz做為輸入來源

STEP 3.
將主線圈及直徑38mm軟鐵粘貼於3CM厚的桌面底部

STEP 4.
重新制做新的線圈為直徑為4CM的20匝線徑0.6mm，做為輸出並接上實驗四的整流電路，輸出先接上電流計再接到小風扇的輸入

STEP 5.
使用一個次線圈線徑0.6mm直徑9cm寬次線圈20匝接上麵包板。

STEP 6.
依照共振頻率的公式為計算後，接上一個比0.22小的電容，做為諧振次線圈使用。

STEP 7.
於次線圈的中間放入一個直徑28mm的軟鐵。

STEP 8.
依序再並聯0.01的電容，測試輸出電壓及電流變化並記錄。

STEP 9.
最後比較出最佳的參數做成小電路接上小風扇，完成改裝直接供電的成品。

圖18應用於直接無線供電風扇系統流程圖

表四 手持風扇18650電池供應電力資料

	1檔	2檔	3檔
電壓(V)	4.57V	4.54V	3.8V
電流(A)	0.242A	0.388A	0.62A
功率(W)	1.1W	1.68W	2.356W



圖19 本組設計相距3cm所產生的功率

由表四可以得知，手持電風扇最強風力所需要的瓦數為**2.356W**。

經由本組所設計的電路在主線圈桌面底下3cm處所感應的瓦數可以到達**2.44W**，所以是可以直接供電給手持電風扇。

由表五得知，本組所選用的電容0.22 是最接近的LC諧振電路最佳組合，符合計算公式 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 的結果。

一旦中間的軟鐵拿掉，風扇只能開到2檔，再按一下開關就風扇就直接停止不動了。

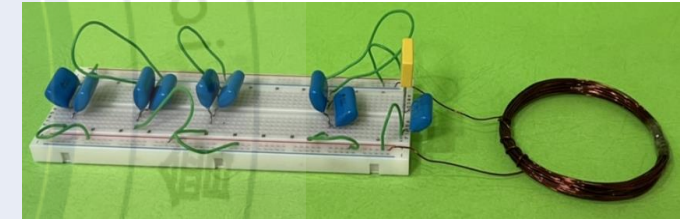
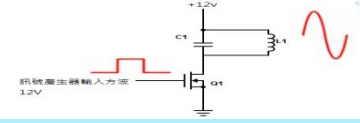


圖20更換不同的諧振電容值實際電路圖

表五 更換不同的諧振電容值線圈輸出功率表

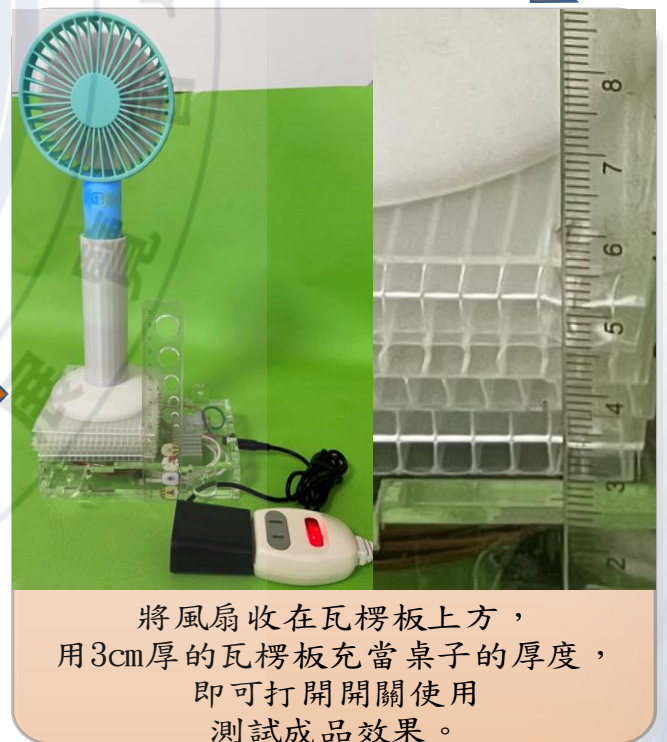
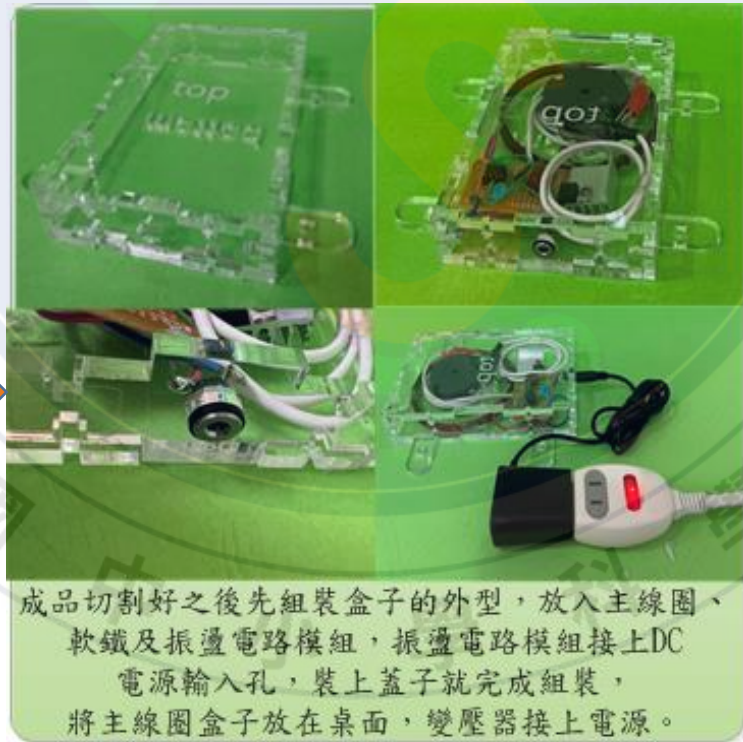
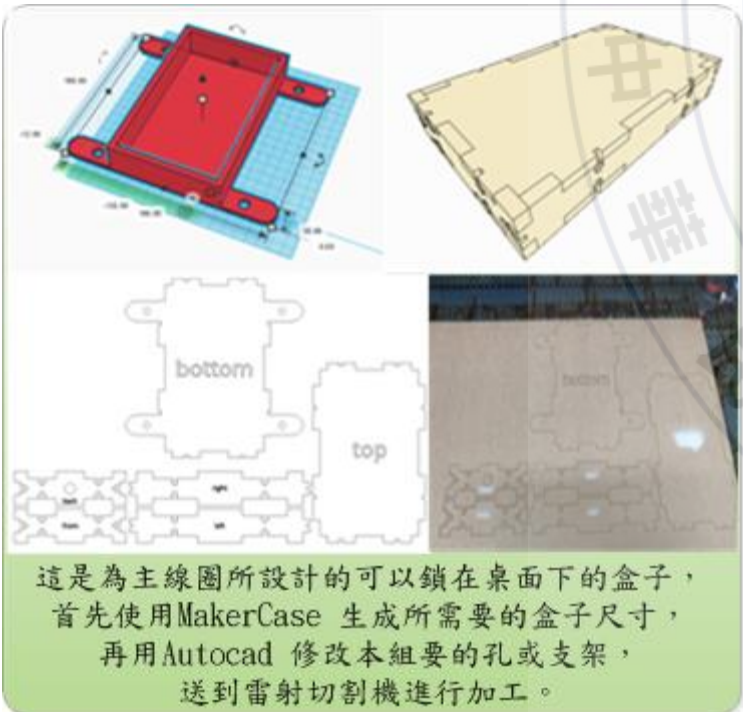
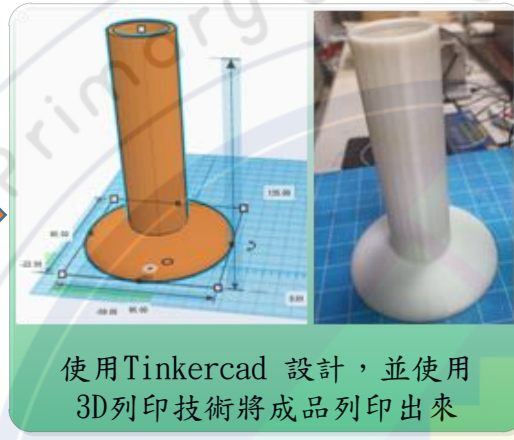
	電容	0.2	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27
1檔	電壓(V)	4.46	5.1	5.1	5.1	5.09	5.1	4.52	4.58
	電流(A)	0.247	0.28	0.281	0.278	0.274	0.271	0.255	0.262
	功率(W)	1.10	1.43	1.43	1.42	1.39	1.38	1.15	1.20
2檔	電壓(V)	4.46	3.93	4.76	4.4	4.52	4.4	3.92	0.347
	電流(A)	0.247	0.343	0.428	0.415	0.404	0.362	0.347	3.97
	功率(W)	1.10	1.35	2.04	1.83	1.83	1.59	1.36	1.38
3檔	電壓(V)	風扇	風扇	3.84	3.87	3.84	3.79	風扇	風扇
	電流(A)	不動	不動	0.62	0.594	0.59	0.571	不動	不動
	功率(W)			2.38	2.30	2.27	2.16		

應用於直接無線供電風扇系統組裝流程圖

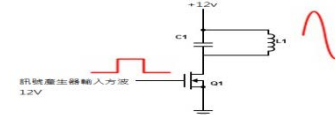


R1 (kΩ)	R2 (kΩ)	C (μF)	開始計算
1	20	0.001	
T1 (ms)	T2 (ms)	頻率 (KHz)	重置
0.01455	0.01366	35.1219512	

設計555-35KHz的振盪電路圖



歷屆科展比較表



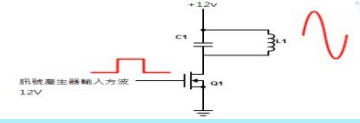
第57屆
國中組 生活與應用科學科
低調也行-應用電磁感應原理探討低頻無線傳輸及無線充電之效能[1]

第54屆
國中組 物理科
飛「波」傳「電」~6V電池直流電源之無線電力傳輸與充電[6]

第58屆
國中組 生活與應用科學科(一)
無線傳電「遠」又「多」—利用特斯拉線圈自製無線傳電系統[7]

第62屆
國中組 生活與應用科學科(一)
無線你的無線--無線傳輸效能的改善

實驗方式	電磁感應線圈	倍壓式整流電路	串聯諧振電路
實驗結果(功率比)	0.42	...	0.52
主線圈加軟鐵(功率比)	0.7 
增加接收輸出方式
實驗結果(輸出)	...	增加3.9倍	增加3.8倍
主線圈加軟鐵(輸出)	增加 4.9倍 
輸入電壓	15V
實驗結果(輸出)	2.88W
價格	200元
價格	149元 
體積大小	大
			小



一、貢獻學習者輕鬆了解無線傳能的運作流程並解決設計上的問題

- (一)、解決發射端的設計問題。(新手不知從何下手學習)
- (二)、接收端的輸出條件測試。(諧振頻率的計算方式)

二、本系統成功運用軟鐵及諧振線圈提高無線傳能的效率

(一)、輸出在無載的情況下：

1. 主線圈加入軟鐵，功率比可由**0.52**提升到**0.70**。
2. 主線圈加入軟鐵，次線圈加入諧振線圈，功率比功率比可由**0.52**提升到**0.8**。

(二)、實際充電的測試下：

1. 原本充電至10mAH所需的時間為9:54，在主線圈加入軟鐵後縮短至5:23，提效率約提升**40%**。
2. 次線圈加入諧振線圈，所需時間為2:28，大大提升原本所需時間約**3.8倍**的效果，主線圈再加入軟鐵，充電到縮短到1分56秒，大約是**4.9倍**的改善效果。

綜合以上的結果：**主線圈**加入**軟鐵**及**次線圈**加入**諧振線圈**，能有效的減少磁損從**50%**降至**20%**以內，這是一個重大的發現。

未來展望

- 簡單易學及材料成本低廉(149元)，成品可應用於生活中原本需要電池的設備。
- 適用於物體旋轉或水中場合，仍需要電力的裝置。
- 電磁感應線圈加入**軟鐵**及**諧振線圈**，能有效提升無線傳輸線圈功率比至**80%**之效果。
- 相當值得製成**教員推廣**，建議各級學校可將本系統納入作為**教學輔具**。
- 節能就此開始，輕鬆超越**80%****無線**傳輸效率，創造**你的無限**可能。