

高雄市高英高級工商職業學校

Kao Ying Industrial Commercial Vocational High School

教師行動研究（專題製作）報告



數位化家庭用電監測記錄裝置

老師姓名：蘇志雄 老師

科 別：電機科

中 華 民 國 103 年 6 月

中文摘要

在這個年代裡，使用電器設備已是個正常不過，且非常普遍性的一項生活需求了，研究並設計這項裝置是為了在一般家庭中，我們利用 Arduino 這電路板，並加裝周邊元件，利用電腦輸入程式，再加以設計使我們可以監測家裡每日用電狀況，甚至能夠加裝記憶卡記錄每日家中用電量。

這項功能也可以更好的落實現在倡導的節能減碳進而保護環境，我們可以利用這項裝置進行觀察我們是否有不用的電器從而造成多餘的浪費，且可以省下一些電費，這一些電費長期累積下來也是可以省下不少錢。

而記錄這項功能也是非常有必要的，我們可以利用此功能檢測幾個月內用電量的變化，因為人們往往會忽略一些小細節而沒有關閉使用後的電器而造成多餘的浪費。

關鍵詞：用電監測紀錄

目錄

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
貳、理論探討	3
一、製作方法	3
二、Arduino 之原理	3
三、Arduino 的特色	4
四、Arduino 具備哪些東西	4
五、Arduino 擴充原件	5
六、Arduino 硬體介紹	5
七、硬體功能說明	6
八、數位 I/O 接腳	6
九、類比輸入 接腳	7
十、Arduino 軟體介紹	8
十一、開發環境	8
十二、編譯環境	9
十三、LCD 液晶擴張板之原理	10
十四、變壓器之原理及介紹	11
十五、自耦變壓器	16
十六、三相變壓器	18
十七、實芯鐵芯	19
十八、線圈	19

十九、電源變壓器	20
二十、高頻變壓器	21
二一、低頻變壓器	21
二二、比流器之原理	22
參、設備及器材	24
肆、製作成果	29
一、研究過程	29
二、設計電路圖	30
三、製作過程	32
四、製作成果與功能介紹	33
伍、問題與討論	35
陸、結論與建議	36
一、結論	36
二、建議	36
柒、參考文獻	37

表目錄

表 1 使用儀器設備一覽表	24
表 2 使用材料	25

圖目錄

圖 1 專題製作架構圖	2
圖 2 微控制器	5
圖 3 Arduino 網頁頁面	8
圖 4 Arduino 開發環境的介面	9
圖 5 三原色電子槍及點子束	11
圖 6 變壓器層式鐵芯	15
圖 7 單相自耦式變壓器	17
圖 8 變壓器的基本結構	19
圖 9 變壓器	22
圖 10 Arduino 開發板	26
圖 11 Arduino Ethernet 網路+SD 卡擴展板	26
圖 12 Arduino 液晶顯示模組	26
圖 13 CT (比流器)	26
圖 14 變壓器(AC Power Adapter)	26
圖 15 電路架構	29
圖 16 ARDUINO 線路	30
圖 17 變壓器電路圖	30
圖 18 比流器電路圖	31
圖 19 硬體主裝	31
圖 20 模型組裝	32
圖 21 裝上人體紅外線感測器	32
圖 22 裝上燈泡	32
圖 23 裝上電力電驛及限時電驛	32
圖 24 實體側面角度	33
圖 25 實體上方角度	33

圖 26 控制電路.....	33
圖 27 燈泡.....	33

壹、前言

一、製作動機

- 1.在我們一般家庭中電錶往往並不裝設在家裡，而是裝設在屋外方便抄電錶的人紀錄家裡每月用電量。
- 2.電錶必須要每兩個月收到帳單時才能察覺用電上的變化，這使我們不能隨時觀測家中電器使用情況。

二、製作目的

為解決這些困擾我們設計的這項裝置我們預期會讓他有以下幾點的功能：

- 1.利用這樣的一個裝置使我們能夠隨時地觀察每日用電量。
- 2.依靠每日用電量上的觀測警惕我們在一般家電使用上注意到那些是不是必要的而是多餘的用電而關閉這些家電讓我們有省電的功能。

貳、理論探討

一、製作方法

1、Arduino 之原理：

Arduino 是目前較為流行的電子互動平台，基於單片機系統開發，具有使用簡單、功能多樣、價格低廉等優點，廣泛應用於電子系統設計和互動產品開發方面。

以一塊基於開放原始代碼的 Simple I/O 平台，該平台由兩部分組成：硬件(包括微處理器電路板等)和軟件(編程接口和語言)。平台的兩部分都是開源的，如果需要，可以下載 Arduino 的圖表、購買需要的所有獨立部件、切割電路板並製作一個電路板。

Arduino 具有類似 java、C 語言的開發環境。

Arduino 語言是以 setup()開頭，loop()作為主體的一個程序構架 setup()用來初始化變量、管腳模式、調用庫函數等等，該函數隻運行一次，功能類似 C 語言中的“main()”。loop()函數是一個循環\函數，函數內的語句周而復始的循環執行。設通過 D10 引腳控制 LED，D2 引腳連接控制開關 S。

Arduino 語言是建立在 C/C++基礎上的，其實也就是基礎的 C 語言，Arduino 語言將 AVR 單片機(微控制器)相關的一些參數設置模塊化，包括 EEPROM、以太網、LED 矩陣、舵機、步進和 TWI/I2C 控制程序庫，不需要用戶直接處理底層系統，可以提高應用程序的開發效率。

這是個智慧型手機流行的年代，大家一定都聽過 Android，但對於 Arduino 卻充滿了陌生感。和 Android 相同的地方在於，兩者皆是使用開放原始碼的軟硬體平台。不同的是，Arduino 提供了簡單好用的 I/O 介面，並具可使用類似於 Java、C 語言等高階語言的開發環境。

Arduino 是一種開放授權的互動環境開發技術，互動裝置其實無所不在，像是冷氣的恆溫裝置，便是使用感測器偵測環境溫度，進行室內溫度的自動調節；還有汽車使用的倒車雷達，過於靠近物體便會發出聲音警告駕駛者。這些裝置為生活增加不少安全及便利，互動能帶給使用者驚喜，有時會以藝術品的方式呈現在生活當中。

以往要處理相關的電子設備時，需要透過工程師，逐一由單一小元件拼湊出整個電路。大多數的設計工具都是為了工程師設計，除了電路外還需要廣泛的知識，才有辦法完成電路。還好微處理器有了長足的進步，除了在使用上變得更為容易，價格上的減少更降低了學習的門檻。

Arduino 的特色

開放源碼(open-source)。不僅軟體是開放源碼，硬體也是開放的。軟體的開發環境可在網上免費下載，而 Arduino 的電路設計圖也可從官方網站自行下載，依據自身之需求進行修，但須要符合創用 CC 授權條款(創用 CC 授權條款)。

開發簡單，參考資料多。在以往的硬體環境中，要開發微控制器的程式，開發者需要具備電子、電機及相關科系的背景，一般人需花費大量時間能有機會進入這個開發環境中。Arduino 學習門檻較為簡單，不需要電子電機相關科系的背景，也可以很容易學會 Arduino 相關互動裝置的開發。由於 Arduino 以公開共享為基礎，多數人都樂於分享自己的創品，網路上能找的創作案子非常豐富。以此會基礎，有時只需要參考分享者的作品，依據自身的需求行調整，就可以在短時間內完成自己的創作。

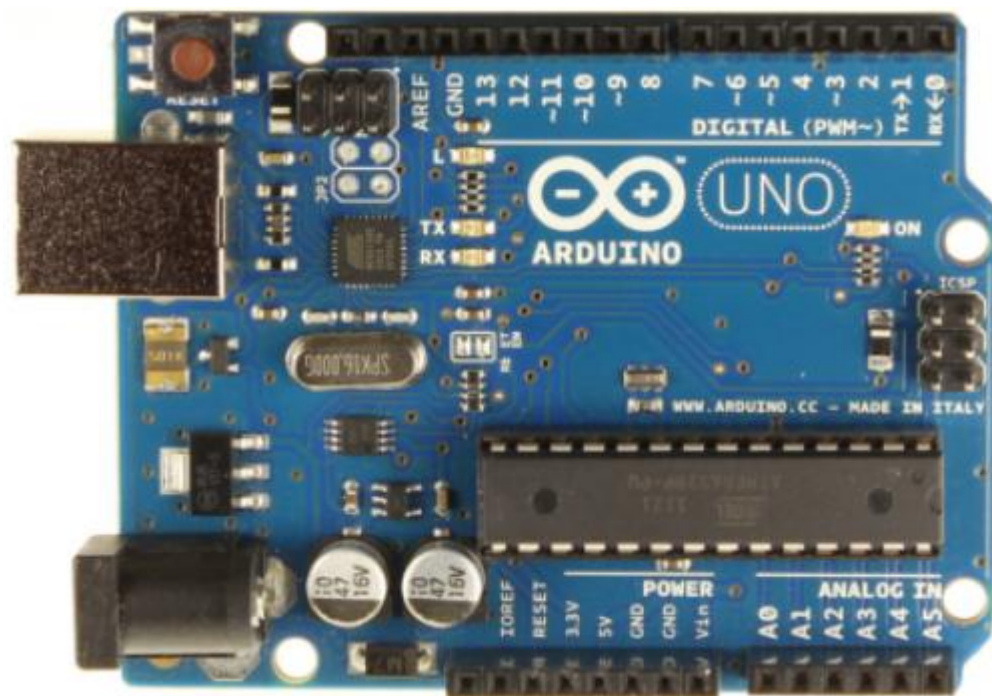
Arduino 具備哪些東西

主要可區分為三大類，分別是 Arduino 硬體、Arduino 軟體及

Arduino 擴充原件。

硬體部分可購買現成的版子或是依據網路下載的電路途自行組裝，出學者建議購買現成的，根據 Arduino 官方網站所寫，台灣地區具有官方合法授權的代理商為藝科資訊 Aroboto Studio、PlayRobot 颯機器人/普特企業有限公司、iCshop (台灣)電子零件，電子材料，當然，還有別的商家，到網路上搜尋一下可找到不少，拍賣網站上也有，甚至也可以到國外網站去買。目前官方網站提供了許多不同的版子供開發者購買。

Arduino 硬體介紹：



微控制器	ATMEGA328
工作電壓	5V
輸入電壓（推薦）	7-12V
輸入電壓（限制）	6-20V
數字 I / O 接腳	14（6 個提供 PWM 輸出）

模擬輸入接腳	6 支
EEPROM	1 KB (ATMEGA328)
震盪速度	16 MHz

硬體功能說明：

數位 I/O 接腳：

14 支數位 I/O 接腳 可以當作 input 使用，也可以當作 output 使用，使用方法是透過 `pinMode()`, `digitalWrite()`, `andigitalRead()` 這幾個函式。這 14 支數位 I/O 接腳，其中幾支腳有特殊的功能：

Serial 通訊	0(RX) 和 1 (TX) 這兩支腳。用來接收(RX)與傳輸(TX) TTL 訊號的序列資料。這兩支腳也連接到 USB Converter 晶片中。
外部中 斷	2 和 3 這兩支腳。這兩支腳可以利用外部事件觸發中斷。詳細內容請參考 <code>attachInterrupt()</code> 函式。
PWM	3, 5, 6, 9, 10 和 11 共六支腳。透過 <code>analogWrite()</code> 函式可以提供 8-bit 的 PWM 輸出。
SPI	10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) 和 13 (SCK) 這四支腳。這四支腳搭配 SPI Library 可提供 SPI 序列通訊。
LED	13。內建一顆 LED，當 pin 腳為 HIGH 時，LED 打開，當 pin 腳為 LOW 時，LED 關閉。

類比輸入 接腳:

Arduino Uno 有 6 支類比輸入腳，標記為 A0 到 A5，每支腳都可提供 10 位元的解析 (即 1024 種不同的數值)。這些腳位所用的參考電壓預設為 0 到 5V，不過參考電壓也是可以更改的，方法是透過 AREF 腳和 `analogReference()`

I2C	4 (SDA) 和 5 (SCL) 這兩支腳。透過 Wire library 可以提供 I2C 通訊。
-----	---

其它:

AREF	類比輸入的參考電壓，搭配 <code>analogReference()</code> 函式一起使用。
Reset	當 Reset 腳為 LOW 時，微控制器會重置。

Download the Arduino Software

The open-source Arduino environment makes it easy to write code and upload it to the i/o board. It runs on Windows, Mac OS X, and Linux. The environment is written in Java and based on Processing, avr-gcc, and other open source software.

THE ARDUINO SOFTWARE IS PROVIDED TO YOU "AS IS," AND WE MAKE NO EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES WHATSOEVER WITH RESPECT TO ITS FUNCTIONALITY, OPERABILITY, OR USE, INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, OR INFRINGEMENT. WE EXPRESSLY DISCLAIM ANY LIABILITY WHATSOEVER FOR ANY DIRECT, INDIRECT, CONSEQUENTIAL, INCIDENTAL OR SPECIAL DAMAGES, INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, LOST REVENUES, LOST PROFITS, LOSSES RESULTING FROM BUSINESS INTERRUPTION OR LOSS OF DATA, REGARDLESS OF THE FORM OF ACTION OR LEGAL THEORY UNDER WHICH THE LIABILITY MAY BE ASSERTED, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OR LIKELIHOOD OF SUCH DAMAGES.



By downloading the software from this page, you agree to the specified terms.

Download

Arduino 1.0.3 ([release notes](#)), hosted by [Google Code](#):

- + [Windows](#)
- + [Mac OS X](#)
- + [Linux: 32 bit, 64 bit](#)
- + [source](#)

Next steps

- [Getting Started](#)
- [Reference](#)
- [Environment](#)
- [Examples](#)
- [Foundations](#)
- [FAQ](#)

Arduino 軟體介紹：

軟體取得：

需要開發環境、編譯器、連結器、開發工具鏈、燒錄程式、板子與電腦連接所需要的驅動程式、等等等等，這些通通都已經準備好、打包好了，到 Arduino 官方網站的下載頁面

<http://arduino.cc/en/Main/Software> 即可下載，可在 Windows、Mac OS X、Linux 上運行。

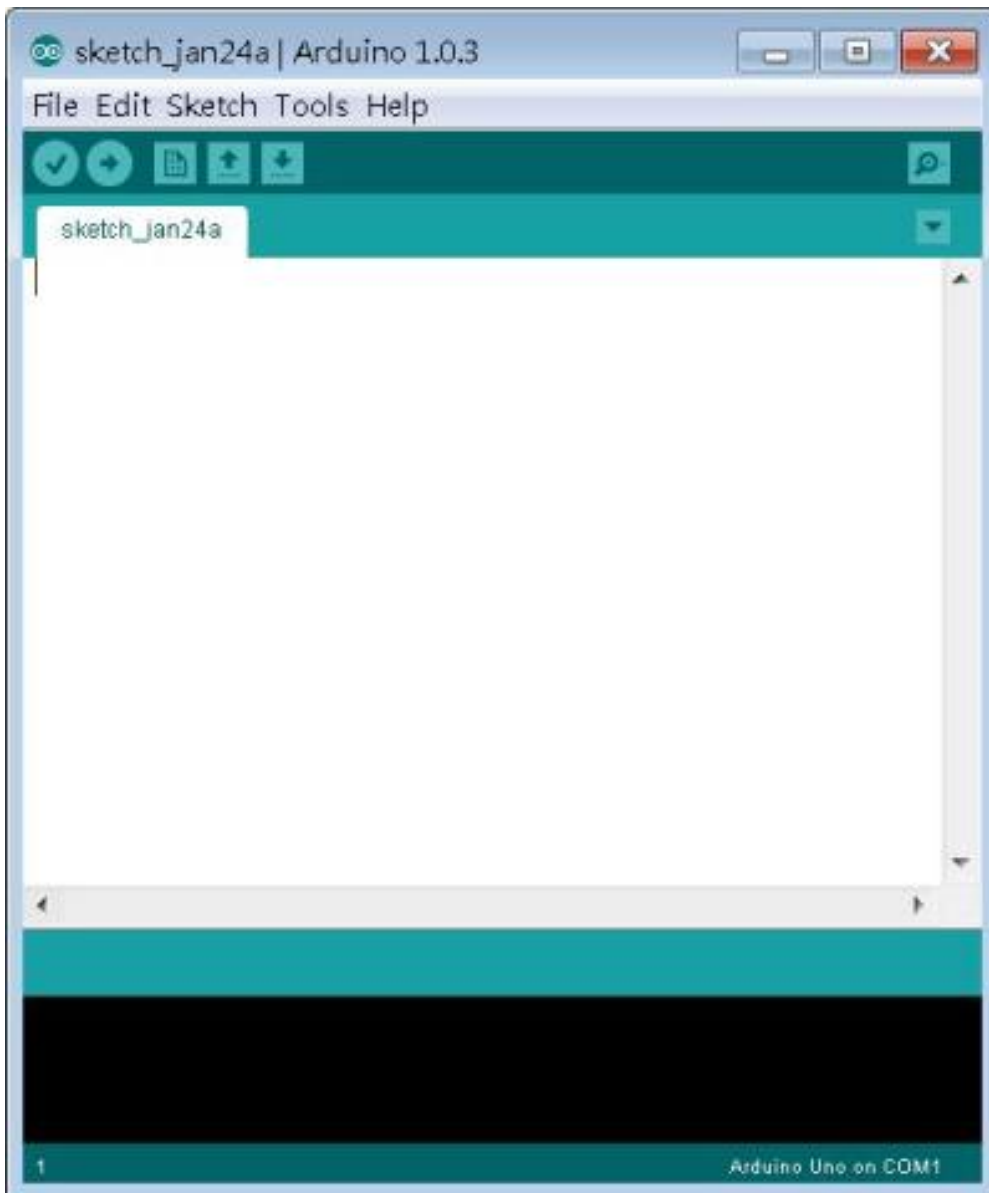
開發環境

Arduino 的軟體開發環境是開放源碼，可以在 Arduino 官網免費下載，它所用的程式語言語法類似於 C/C++，具備文字編輯介面、常用工具欄、圖形化控制介面及錯誤編輯器，運用這個工具進行城市的上傳，及各項感應器的溝通。

編譯環境：

使用的 Arduino 編寫的軟件被稱為 Sketch(腳本)。這些的腳本都寫在文本編輯器。腳本名稱就是檔案名稱。上排圖形提供了新增、上傳、除錯及腳板切換介面。而 console 介面紀錄了完整的執行訊息，更可藉由此介面監視 Arduino I/O 數值。

Arduino 開發環境的介面：



Verity

檢查參數設定或引入程式是否產生錯誤。

Upload

程式進行編譯，將程式碼透過 USB 介面燒錄至 Arduino 控制板。

New

產生新的腳本

Open

開啟腳本，顯示在同一頁面上。點擊不同腳本便顯示不同腳

```
void setup(){  
    //setup 初始環境設定  
}  
void loop(){  
    //loop 程式執行主體  
}
```

Arduino I/O 介面。
和 loop() 這兩個函式組成：

因為 setup()和 loop()是每支 Arduino 程式都會用到的兩個函式，為了方便，Arduino 已經幫大家準備好程式基本架構了，編寫 Arduino 程式時，可直接點選 File > Examples > 1.Basics > Digital ReadSerial 這個範本檔，另存新檔後，然後再修改 setup()和 loop()兩個函式的內容即可。

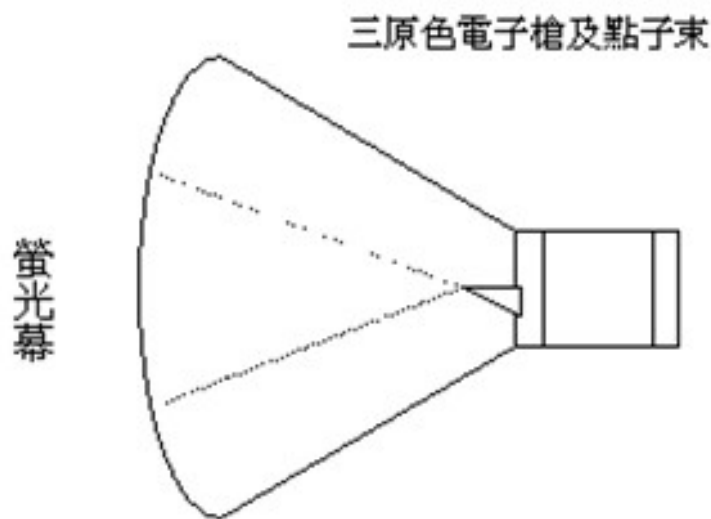
2、LCD 液晶擴張板之原理：

傳統之 CRT (Cathode Ray Tube) 映像管顯示器之主要顯示原理乃藉由紅、黃、藍三原色電子槍及點子束，由陰極射線管

成像至螢光幕上。此與 LCD 的運作主要依靠偏光的特性有極大之不同。偏光特性是指光波只會在唯一一個平面上震動，而要達至偏光，主要是靠一個偏光濾光器。此濾光器包括有兩塊互相成 90 度的單一濾光鏡片。

LCD 的構造包括有兩塊玻璃片，玻璃片之間形成一個小隙，小隙則填滿一種特別的液晶體物料，這種液晶體物料可透過電極而改變偏光的特性。LCD 能顯示影像，許多並列的導體放置在兩塊玻璃片的內部，一樣的道理，頂部和底部的導體排列互成 90 度，每一個交點便成為一個單元。

透過訊號輸入至每一單元，便能控制影像的顯示，要達至彩色影像顯示，每一個顯示元素便需含有三個獨立單元，而三個單元分別有紅、綠和藍色的濾光物料，其液晶顯示器之基本結構見。



變壓器之原理及介紹

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。如果撇除泄漏等因素，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，根據安匝平衡，變壓器兩側的交鏈磁動勢必須相等，如下式：

$$I_P N_P = I_S N_S$$

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，撇除泄漏的因素，變壓器某一方（線圈）的感應電勢可以從以下算式求得：

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

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 Hz）；

N 是線圈的圈數；

ϕ 是線圈磁通量

A 是線圈內空間（鐵芯）的切面面積（單位為 m^2 ）；

B 是通過線圈內空間（鐵芯）的磁力（單位為 Wb/m^2 ）。

常數值 4.44 是根據法拉第電磁感應定律證明而得。過程如下：

根據法拉第電磁感應定律，感應電勢為：

$$E = N \frac{d\phi(t)}{dt}$$

其中 ϕ 會隨感應電勢產生正弦變化，以時間函數表示成

$\phi(t) = \phi_m \sin(\omega t)$ 。帶入上式，得：

$$E = N \frac{d\phi_m \sin(\omega t)}{dt} = \omega N \phi_m \cos(\omega t)$$

由於磁通量 ϕ_m 為正弦函數磁通量之最大值， E 的結果將會是最大值。換算成方均根值時，為

$$E = \omega N * \frac{\phi_m}{\sqrt{2}}$$

又電源角頻率 $\omega = 2\pi f$ ，故方程式寫成

$$E = \sqrt{2} * \pi * N * \phi * f = 4.442883 * N * \phi * f$$

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：

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

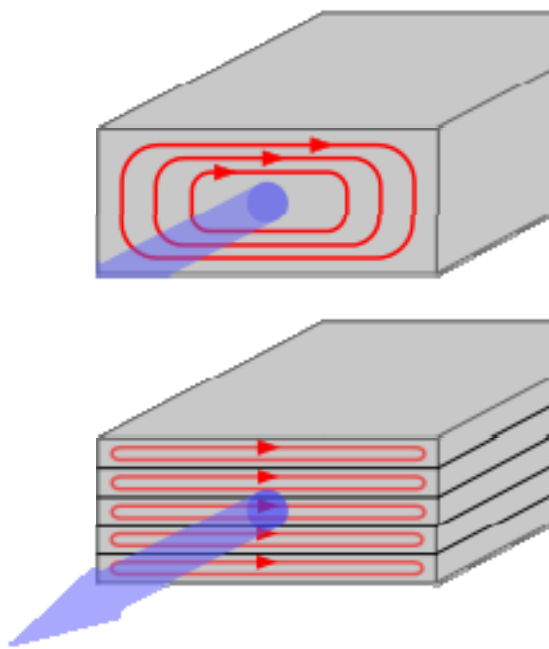
。

線圈等效互感值為：

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

。

能量損失



層式鐵芯能有效減少渦電流

理想的變壓器沒有能量流失，所以擁有 100% 效率。在現實之中，大容量變壓器的效率達到 98% 至 99%；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：鐵芯的磁滯現象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。

磁滯伸縮：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滯伸縮所造成的振動。

銅損為：

$$P_c = I_1^2 R_c$$

鐵損為：

$$P_i = P_h + P_e$$

當司坦麥系數為 $n=2$ ，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，和司坦麥系數無關：

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

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。

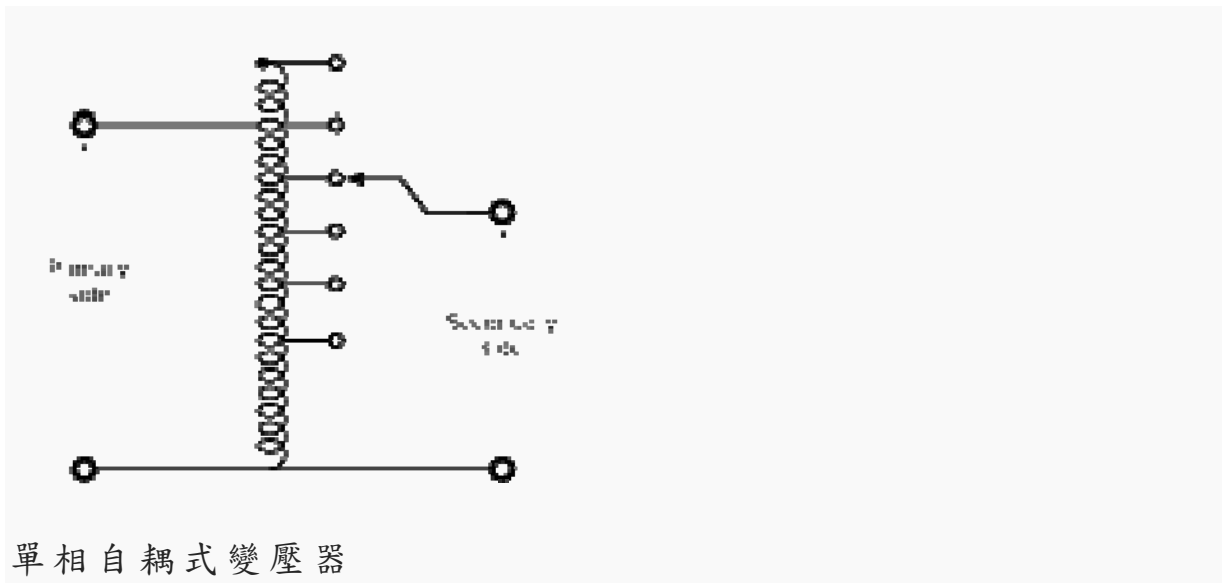
變更交流電的頻率，必須使用變頻器。

把單相電流轉為多相電流。

變壓器的失效

變壓器可能因為溫度過高達到居禮溫度，而無法磁電轉換而失去作用。

自耦變壓器



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，自藕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，了解三相變壓器如何連接是必要的。此變壓器是由三繞組單相變壓器建構在一單獨線圈上，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）

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。

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

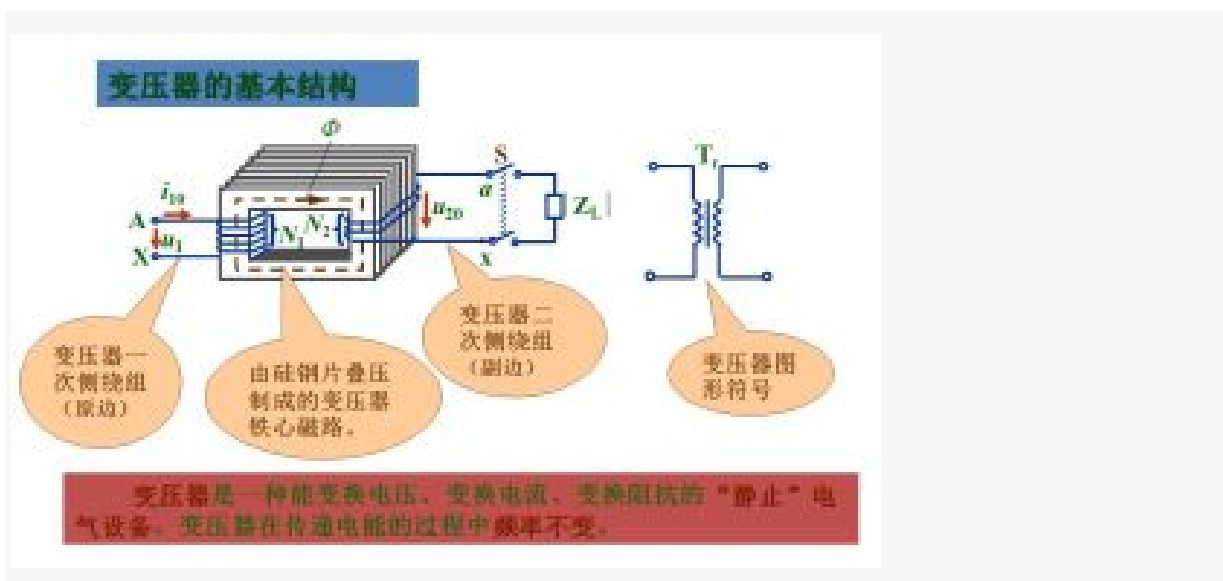
和。對於一些容量超過數百瓦的變壓器會造成的嚴重後果，如果沒有採用限流電路，涌流可造成主熔斷器熔斷。更嚴重的是，對於大型電力變壓器，涌流可造成主繞組變形。

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。

線圈

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



變壓器的工作原理：變壓器利用電磁感應原理，從一個電路向另一個電路傳遞電能或傳輸信號的一種電器

輸送的電能的多少由用電器的功率功率決定。

變壓器原理 - 作用

變壓器是一種靜止的電氣設備。它是根據電磁感應的原理，將某一等級的交流電壓和電流轉換成同頻率的另一等級電壓和電流的設備。作用：變換交流電壓、交換交流電流和變換阻抗。

變壓器原理 - 原理簡介

Satons 變壓器主要應用電磁感應原理來工作。具體是：當變壓器一次側施加交流電壓 U_1 ，流過一次繞組的電流為 I_1 ，則該電流在鐵芯中會產生交變磁通，使一次繞組和二次繞組發生電磁聯繫，根據電磁感應原理，交變磁通穿過這兩個繞組就會感應出電動勢，其大小與繞組匝數以及主磁通的最大值成正比，繞組匝數多的一側電壓高，繞組匝數少的一側電壓低，當變壓器二次側開路，即變壓器空載時，一二次端電壓與一二次繞組匝數成正比，即 $U_1/U_2=N_1/N_2$ ，但初級與次級頻率保持一致，從而實現電壓的變化。

電源變壓器

變壓器原理工作頻率

變壓器鐵芯損耗與頻率關係很大，故應根據使用頻率來設計和使用，這種頻率稱工作頻率。

額定功率

在規定的頻率和電壓下，變壓器能長期工作，而不超過規定溫升的輸出功率。

額定電壓

指在變壓器的線圈上所允許施加的電壓，工作時不得大於規定值。

電壓比

指變壓器初級電壓和次級電壓的比值，有空載電壓比和負載電壓比的區別。

空載電流

變壓器次級開路時，初級仍有一定的電流，這部分電流稱為空載電流。空載電流由磁化電流（產生磁通）和鐵損電流（由鐵芯損

耗引起)組成。對於 50Hz 電源變壓器而言，空載電流基本上等於磁化電流。

空載損耗

指變壓器次級開路時，在初級測得功率損耗。主要損耗是鐵芯損耗，其次是空載電流在初級線圈銅阻上產生的損耗(銅損)，這部分損耗很小。

效率

指次級功率 P_2 與初級功率 P_1 比值的百分比。通常變壓器的額定功率愈大，效率就愈高。

絕緣電阻

表示變壓器各線圈之間、各線圈與鐵芯之間的絕緣性能。絕緣電阻的高低與所使用的絕緣材料的性能、溫度高低和潮濕程度有關。

高頻變壓器

變壓器原理頻率回應

指變壓器次級輸出電壓隨工作頻率變化的特性。

通頻帶如果變壓器在中間頻率的輸出電壓為 U_0 ，當輸出電壓(輸入電壓保持不變)下降到 $0.707U_0$ 時的頻率範圍，稱為變壓器的通頻帶 B 。

初、次級阻抗比

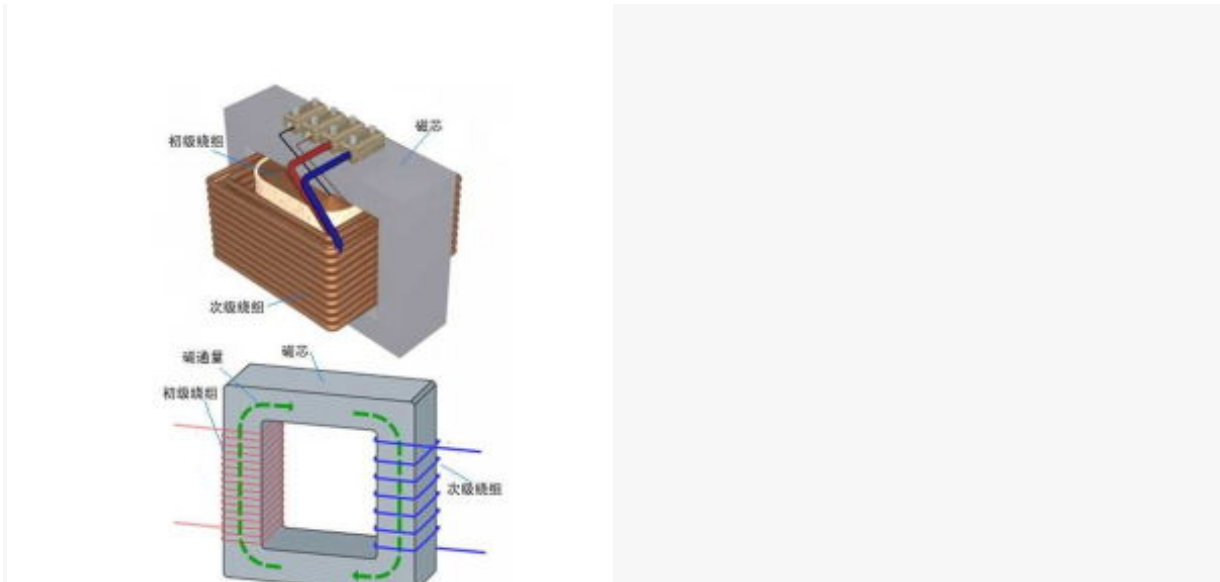
變壓器初、次級接入適當的阻抗 R_i 和 R_o ，使變壓器初、次級阻抗匹配，則 R_i 和 R_o 的比值稱為初、次級阻抗比。在阻抗匹配的情況下，變壓器工作在最佳狀態，傳輸效率最高。

低頻變壓器

對不同類型的變壓器都有相應的技術要求，可用相應的技術參數表示。如電源變壓器的主要技術參數有：額定功率、額定電壓和電壓比、額定頻率、工作溫度等級、溫升、電壓調整率、絕緣性能和防潮性能。對於一般低頻變壓器的主要技術參數是：變壓比、頻率特性、非線性失真、磁遮罩和靜電屏蔽、效率等。

電壓比

變壓器保護裝置是集保護、監視、控制、通信等多種功能於一體的電力自動化高新技術產品，是構成智慧化開關櫃的理想電器單元。該產品內置一個由二十多個標準保



護程式構成的保護庫，具有對一次設備電壓電流類比量和開關量的完整強大的採集功能（電流測量通過保護 CT 實現）。

運行原理

變壓器差動保護裝置是變壓器的主保護，是按迴圈電流原理裝設的。主要用來保護雙繞組或三繞組變壓器繞組內部及其引出線上發生的各種相間短路故障，同時也可以用來保護變壓器單相匝間短路故障。在繞組變壓器的兩側均裝設電流互感器，其二次側按迴圈電流法接線，即如果兩側電流互感器的同級性端都朝向母線側，則將同級性端子相連，並在兩接線之間並聯接入電流。

比流器之原理

比流器 (current transformer) 是用於交流電流的測量的裝置。帶著電壓或電勢 (potential) 的電壓器 (VT 或 PT) 被稱為儀表變壓器。當電路中的電流過高而無法直接用儀器測量時，比流器能以精確比例地減少在電路中的電流，使電路可以方便地連接於測量和紀錄儀器。

比流器也許能從監視電路中非常高的電壓中隔離測量儀器。在電力工業中，比流器通常被用於計量和保護繼電器(relay)。如同其他變壓器，比流器具有一個初級線圈、一個磁心和一個次級線圈。

初級的交流電於核心內產生的交流電磁場，此外該磁場誘導次級線圈電路中的交流電流。比流器設計的一項重要目的是確保初級和次級電路能被有效地耦合(couple)，所以次級電流線性地成比於初級電流。

比流器被廣泛地使用於測量電流和監測電網的操作。除了電壓導線之外，在幾乎每棟建築物裡附有大於 200 安培的三段服務和單段服務，其收入級別比流器驅動著電力設施裡的電度表(watt-hour meter)。

典型上，比流器的流動比率被描述為從初級流向次級。通常情況下，多種比流器在多個用途下，被安裝為「棧」(stack)。例如，保護裝置和收入計量可以使用獨立的比流器以提供隔離計量和保護電路兩者之間

參、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	報告撰寫
數位相機	紀錄整個專題製作流程
三用電錶	測量配線電路正確或短路
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
工具（尖嘴鉗、剝線鉗、電烙鐵）	接線、焊接

表 2 使用材料

材料	數量	規格	
Arduino 開發板	2	UNO R3	
Arduino Ethernet 網路+SD 卡擴展板	2	W5100	
Arduino 液晶顯示模組	2	16x2 藍底白 字(5V)	
CT (比 流 器)-- SCT-013-000	1	1. 輸入電流： 0-100A 2. 匝 比： 100A/0.05A	
AC Power Adapter	1	AC110v/AC9v 1A	
OP Amp	4	LMV321	
二極體	10	1N4148	
精密可變電阻	5	100 K Ω	
精密可變電阻	5	1 K Ω	
精密電阻	5	0.33 Ω	
精密電阻	5	100 K Ω	
精密電阻	5	10 K Ω	
精密電阻	5	12 K Ω	
精密電阻	5	18 Ω	
精密電阻	5	33 Ω	
電容	5	1 μ F	



圖 10 Arduino 開發板



圖 11 Arduino Ethernet 網路+SD 卡擴展板



圖 12 Arduino 液晶顯示模組



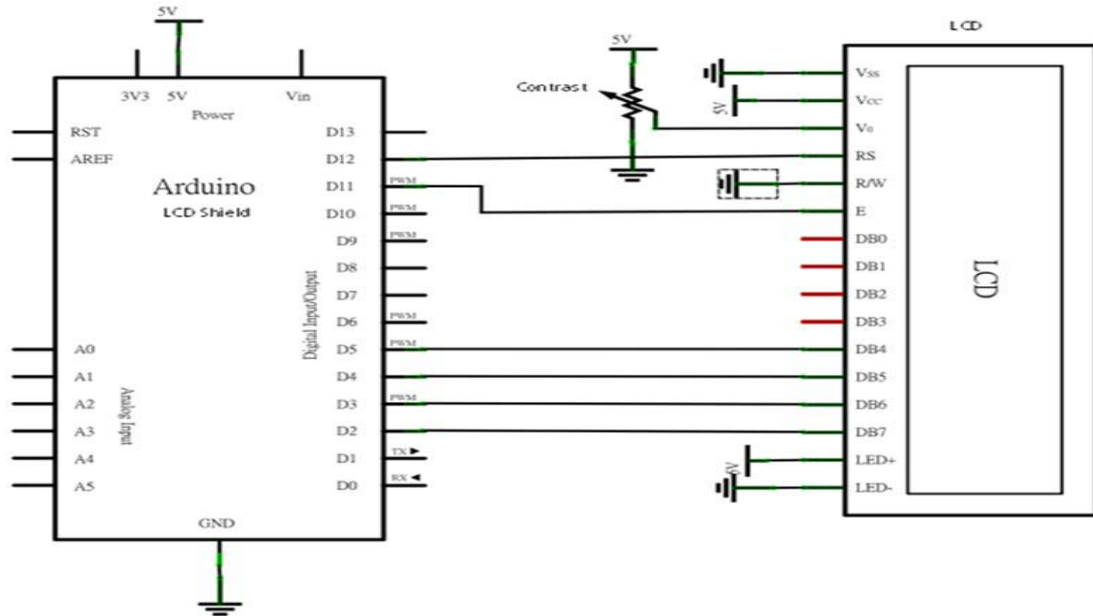
圖 13 CT (比流器)



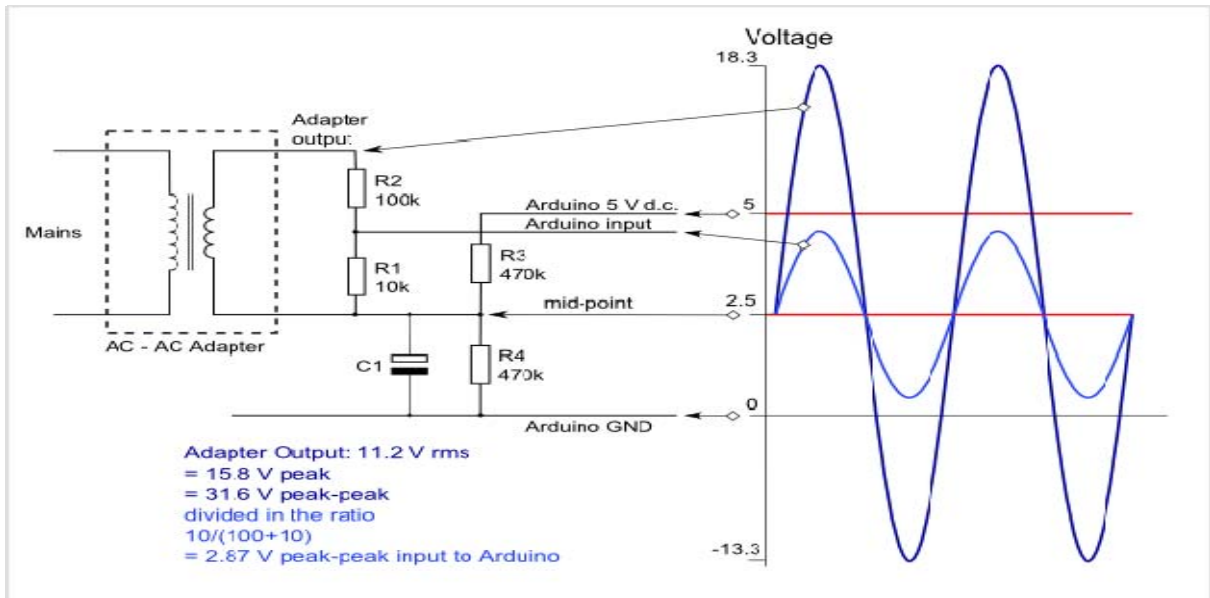
圖 14 變壓器 (AC Power Adapter)

二、設計電路圖

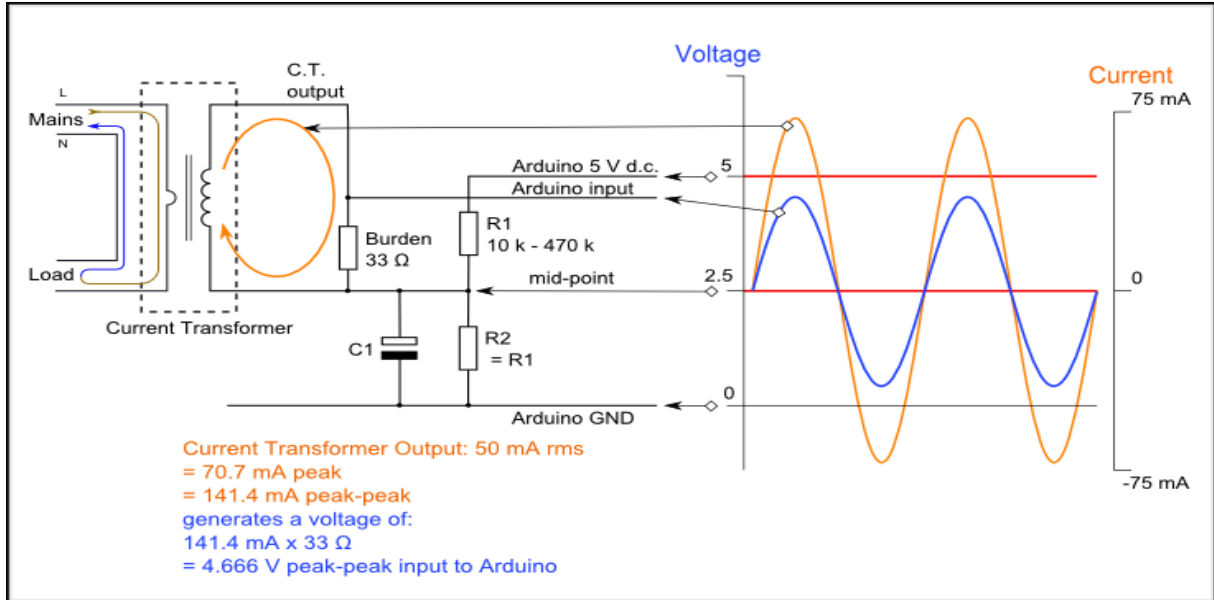
1. ARDUINO 線路：



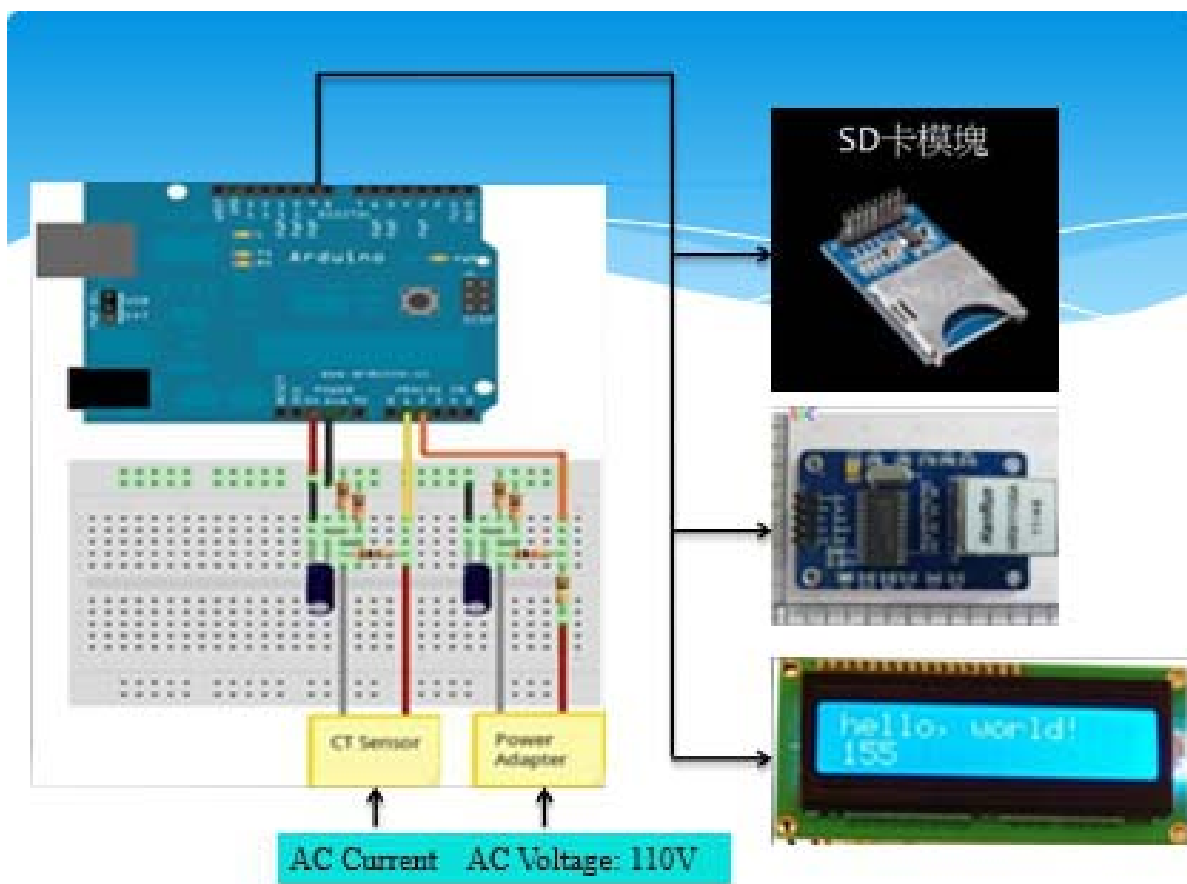
2. 變壓器電路圖



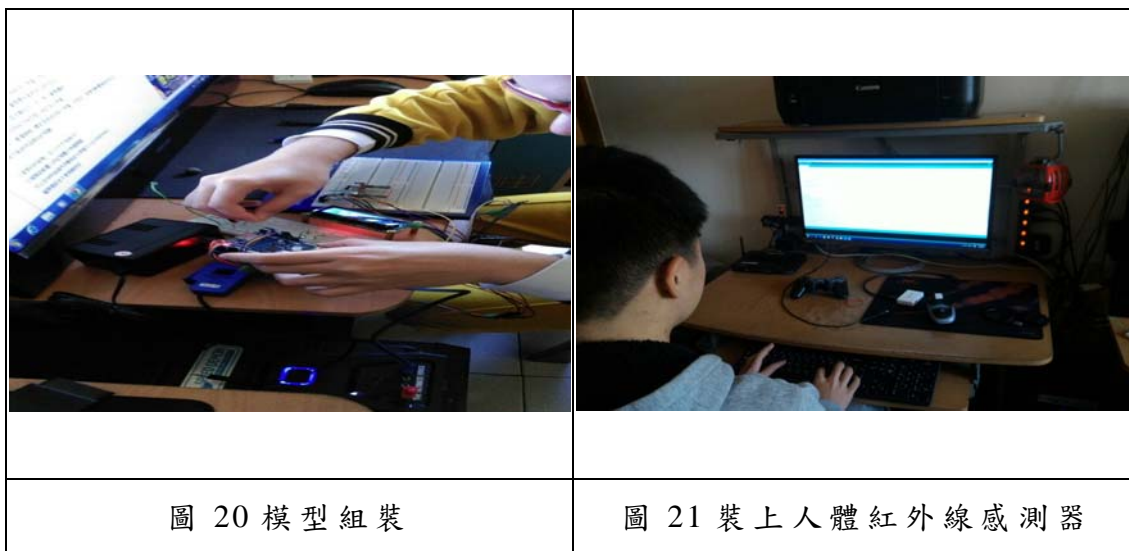
3. 比流器電路圖:



4. 硬體主裝



三、製作過程



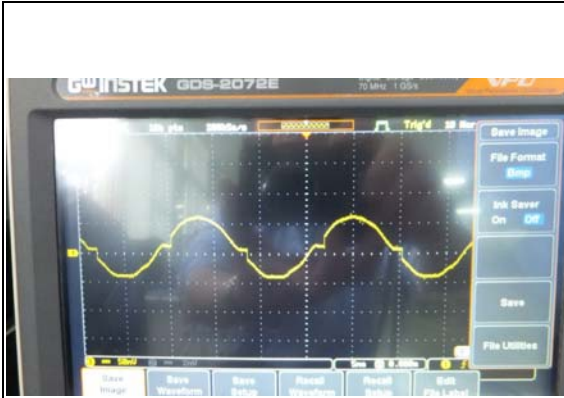


圖 22 裝上燈泡

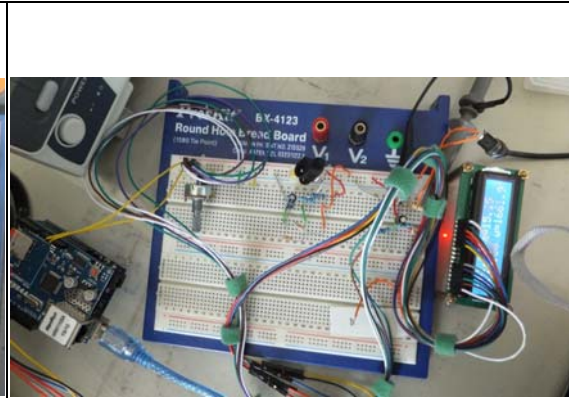


圖 23 裝上電力電驛及限時電驛

四、製作成果與功能介紹

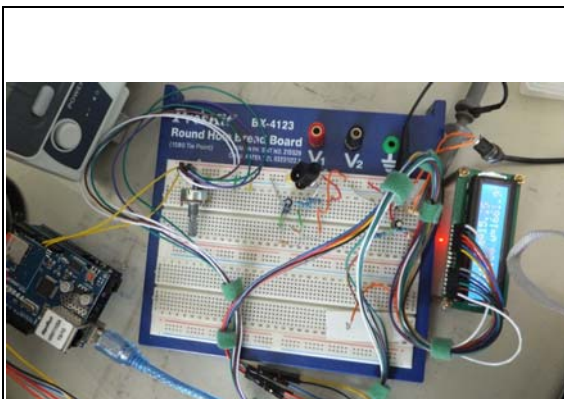


圖 24 實體側面角度

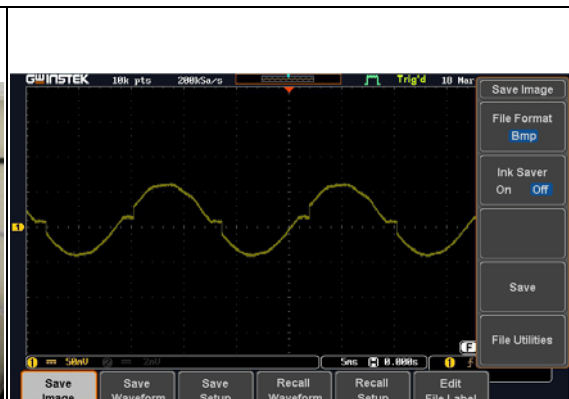


圖 25 實體上方角度



圖 26 控制電路

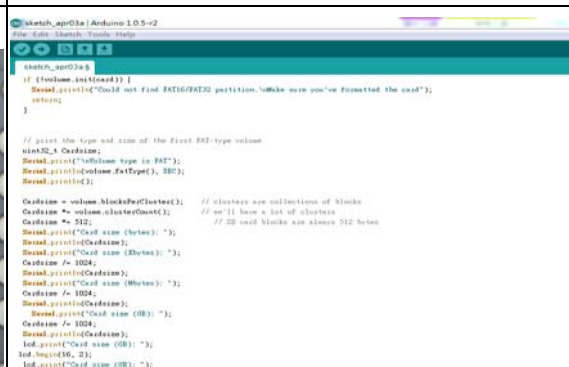


圖 27 燈泡

伍、問題與討論

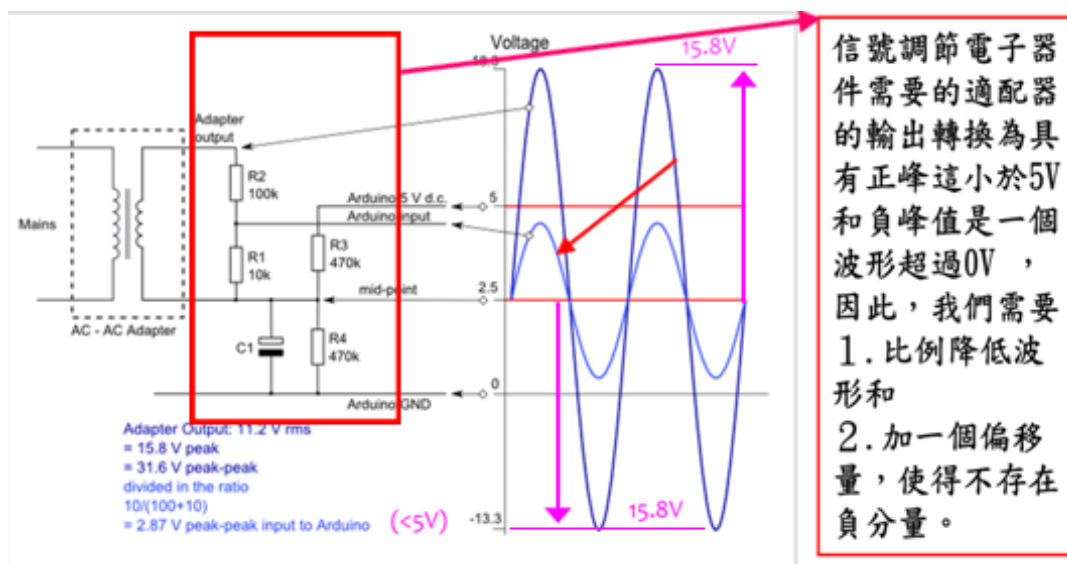
Q：對於【數位化家庭用電監測記錄裝置】之用處及其實用性如何？

A：【數位化家庭用電監測記錄裝置】

1. 利用這樣的一個裝置使我們能夠隨時地觀察每日用電量。
2. 依靠每日用電量上的觀測警惕我們在一般家電使用上注意到那些是不是必要的而是多餘的用電而關閉這些家電讓我們有省電的功能。

Q：Arduino 使用的電壓為幾伏及其降壓 問題？

A：由 110V 之交流電轉為 5V 之交流電。



Q：此裝置也需要耗電且依班家庭用電也是需要時才開這樣他是否反而造成浪費電？

A：我們在家庭用電上時常人在客廳或在房間內，而另一個地方的燈或者電扇之類的常會忘了關，有時因為別的事情而沒注意到的情況下，這時只需要看一下這個裝置就能知道哪些地方的家電是屬於不應該開著的狀態，這個裝置本身的耗電量相較起那些因無用而待機浪費的耗電量是微不足道的。

柒、參考文獻

維基百科：

<https://zh.wikipedia.org/wiki/Arduino>

GOOGLE 圖片：

<http://sydz.syyyd.com/bbs/forum/201205/20/114127xs3r5fqbrqq5qfaj.png>

自動化在線

<http://www.autooo.net/utf8-classid124-id57432.html>

認識 LCD 顯示器

<http://www.taifer.com.tw/taifer/tf/044006/34.htm>



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

E-mail：kyic@kyicvs.khc.edu.tw